FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A. M. N. H.
1923

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **E. Kaiser**, in München — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

---

Jahrgang 1922

Mit zahlreichen Figuren im Text

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

23.92811 Kepler. 24

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

QE1
.C3
1922

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Seite

Ahrens, Wilhelm: Die Lagerungsverhältnisse am Nordwestrand des Münchberger Gneises 440
Berz, Karl C.: Ueber Magneteisen in marinen Ablagerungen . . . 569
Boden, K.: Tekton. Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet 372. 398
Breddin, H.: Ueber Denckmann's „Siegerländer Hauptüberschiebung". Mit 1 Kartenskizze 115
Cornelius, H. P.: Ueber Funde von Aegirin in Graubündner Gabbrogesteinen 449
Cornelius, H. P. und M. Furlani-Cornelius: Ueber gangförmige Eruptivbreccien aus dem Villnößtal (Südtirol) . . . 110
Dahms, Paul: Hohlräume und Wassereinschlüsse in Bernstein 327. 353
Dietrich, W. O.: Beitrag zur Kenntnis der säugetierführenden Bohnerzformation in Schwaben. 1. Ein vergessenes, neu erschlossenes Höhlenvorkommen terrestrischen Eocäns auf der Ulmer Alb. Mit 4 Textfiguren 209
— Bemerkung zum Genotyp der Brachiopodengattung Platystrophia 123
— siehe Reck 139
Dittler, E.: Zur Natur und Genesis des Ilsemannit 689
Doelter, C.: Ueber die Stabilität der durch Radiumstrahlung erzeugten Färbungen 161
Eichler, A., M. Henglein und W. Meigen: Linneit von Littfeld in Westfalen und zinkhaltiger Kupferglanz von Sinaloa in Mexiko 225
Erdmannsdörffer, O. H.: Ueber einige epimagmatische Mineralparagenesen im Harz und ihre Bedeutung für die Füllung der Harzer Erzgänge. Mit 1 Textfigur 363
Frentzen, K.: Keuperflora und Lunzer Flora 23
Glatzel, Emanuel: Ueber den Magnetkies von Peterswald bei Spornhau im Altvatergebirge 33
Goßner, B.: Zur chemischen Konstitution von Silikaten. (2. Mitteil.) . Mit 2 Textfiguren 129
— Zur chemischen Konstitution von Silikaten. (3. Mitt.) . . . 193
— Zur chemischen Konstitution von Silikaten. (4. Mitt.) . 600. 625
Harrassowitz, Hermann: Die Höhenlage der Rhön 615
— Landschaftsaufbau am Ostrande der Rheinischen Masse. Mit 1 Textfigur 233
Hausen, H.: Zur Frage der Bewegungsrichtungen des abschmelzenden Landeises im Ostbaltikum. Eine Erwiderung an Herrn H. Philipp 83
Henglein, M., siehe Eichler 225
Hennig, E., siehe Staff 611
Heritsch, F.: Amphibolgesteine von Stubalpe, Koralpe und aus den Seetaler Alpen 696
— Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine aus dem steirischen Kristallin 483

Seite

Hilzheimer, Max: Ueber die Systematik einiger fossiler Cerviden 712. 741
Hopmann, P. Michael: Spuren eines Phonolithdurchbruches bei Rockeskyll in der Eifel 565
Huene, Friedrich v.: Bemerkungen über das Becken von Ichthyosaurus quadriscissus. Mit 1 Textfigur 277
— Kurzer Ueberblick über die triassische Reptilordnung Thecodontia. Mit 1 Tabelle 408
Hundt, Rudolf: Glazialgeologische Beobachtungen am Südrand der diluvialen Inlandvereisung in Ost-Thüringen 489
— Studien an deutschen Funden der Gattung Monograptus Gein. (Teil I.) Mit 9 Textfiguren 148
Hungerer, E.: Ein Belegstück zur Elastizitätstheorie der Faltung. Mit 2 Textfiguren 105
Imdahl, H.: Beiträge zur Petrographie von West-Timor 65
Janensch, W.: Das Handskelett von Gigantosaurus robustus und Brachiosaurus Brancai aus den Tendaguru-Schichten Deutsch-Ostafrikas. Mit 7 Textfiguren 464
Kalb, Georg: Die Bedeutung der Schleifhärte der Mineralien bei erzmikroskopischen Untersuchungen. Mit 3 Textfiguren . . . 595
Knuth, Hermann: Die Terrassen der Sieg von Siegen bis zur Mündung 336
Kratzert, J.: Einige neue Mineralvorkommen im Granit von Guadalcazar, Mexiko 561
— siehe Wittich 258
Krumbeck, L.: Bemerkungen zum Nördlinger Riesproblem . . . 435
— Stratigraphische Ergebnisse von Niedermayer's Reise durch Persien. Vorläufige Mitteilung. Mit 1 Textbeilage 19
Kumm, A.: Ueber die Entstehungsweise von Rillensteinen 76
Liesegang, R. E., siehe Wild 481
Löwenstein, E.: Neuartige elektrische Oefen für Temperaturen von 2500° und darüber. Mit 3 Textfiguren 283
Machatschki, Felix: Das Magnesitvorkommen im Kaswassergraben bei Großreifling. Mit 1 Textfigur 11
Mauritz, B.: Ueber das Gestein Danubit 178
Meigen, W., siehe Eichler 225
Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn. 40. H. Imdahl: Beiträge zur Petrographie von West-Timor 65
Mohr, E.: Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden 634. 672
Moscheles, J.: Zur Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums. Mit 2 Textfiguren 262
Mügge, O.: Pneumatolytische Entstehung von β-Quarz. Mit 3 Textfig. 593
— Ueber isotrop gewordene Kristalle 721. 753
— Zur Kenntnis der optischen und Kohäsions-Eigenschaften des Manganit 1
Paeckelmann, Werner: Bemerkungen zu O. H. Schindewolf's „Versuch einer Paläogeographie des Europäischen Oberdevonmeeres" 578
Pietzsch, Kurt: Abgrenzung, geologisches Alter und tektonische Stellung des sächsischen Granulitgebirges. Mit 2 Kartenskizzen 265
Pohle, H., siehe Reck 546
Posnowa, Maria: Quantitative mineralogische Zusammensetzung des Hornblendemiassites aus dem Ilmengebirge im Ural . . . 657
Pratje, Otto: Fossile kalkbohrende Algen (Chaetophorites gomontoides) in Liaskalken. Mit 3 Textfiguren 299
Prell, H.: Ueber die Armzahl der Belemniten. Mit 4 Textfiguren . 302

Seite

Reck, H. und W. O. Dietrich: Ein Beitrag zur Altersfrage der Hegau-Basalt-Vulkane 139
Reck, H. und H. Pohle: Ueber einen vermutlich diluvialen Säugetierrest von der Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika. Mit 1 Textfigur 546
Reis, Otto M.: Ueber das Hautskelett von Iguanodon. Mit 1 Textfigur 85
Richter, Max: Die nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg. Mit 1 Karte 242
— Die Wiehler Mulde im Gebiete der Wiehl zwischen Agger und Bröl im Oberbergischen. Mit 1 Karte und 4 Textfiguren . . 38
Richter, Rud.: Ueber einen Fall äußerster Rückbildung des schizochroalen Trilobiten-Auges. Mit 2 Textfiguren 344
Rzehak, A.: Eine fossile Miniatursalse und die Dutenmergelbildung. Mit 2 Textfiguren 588
— Eine neue Art von Erdbeben 488
Scheumann, K. H.: Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Ganggesteine. Mit 12 Textfiguren 495. 521
Schlosser, Max: Das Eocän und Unteroligocän der bayrischen Alpen 180
— Neue Funde fossiler Säugetiere in Spanien 619
— Untermiocäne Wirbeltierreste aus einer Spalte im Jurakalk von Oberkochen in Württemberg 57
Schmidt, Axel: Die systematisch-wissenschaftlichen Versuche beim Heilbrouner Wünschelrutengängertag 457
Schöning, Friedrich: Ueber das Vorkommen von Gosauschichten zwischen Walchsee und Kössen in Tirol. (Vorl. Mitteilung.) . 558
Schulz, Karl: Theodor Liebisch † 417
Sigmund, Al.: Halbopal, Natrolith und Heulandit im Basalt von Weitendorf (Steiermark) 289
Simionescu, J.: Ueber eine pliocäne Wirbeltierfauna aus Rumänien 185
Staff †, H. v. und E. Hennig: Zur Morphogenie des Küstengebiets im südlichen Deutsch-Ostafrika. Mit 8 Profilen 611
Stieler, Carl: Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte". Mit 3 Textfiguren 664. 703
Stiny, J.: Beziehungen des Tertiärs der Waldheimat zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen. Mit 2 Kärtchen 49
Sueß, Franz Ed.: Zu Wing Easton's Versuch einer Lösung des Tektiträtsels 227
Tams, E.: Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres. Mit 1 Karte 385
Tröger, E.: Neues zum Ganggefolge des Meißener Massivs . . . 451
Tschirwinsky, Peter: Augitbiotitsyenit von Gröba in Sachsen . 293
— Pallasit vom Fluß Kurtlak bei Khutor Lipowski, Stanitza Raspopinskaja, Ust-Medweditzki Distrikt, Gebiet der Donischen Kosaken (Rußland) 35
— Zur Chemie der seltenen Erden des Wiikits und Orthits aus Impilaks in Finnland (nach † Dr. N. A. Orlow) 257
Vendl, Aladár und Miklós Vendl: Ueber Amphibolite aus den Südkarpaten 3
Vendl, Miklós: Beiträge zur Kenntnis der optischen Daten der Albite. Mit 1 Textfigur 97
Wedekind, R.: Ueber Herm. Schmidt's Revision der Goniatitensystematik 381
— Zur Gliederung des Mitteldevons der Eifel auf Grund von Korallen 739
Weigel, O.: Zur Frage der Wasserbindung in den Zeolithen. Mit 2 Textfiguren 164. 201

Seite

Wild, Georg O. und R. E. Liesegang: Die Färbungen einiger Quarze und ihre Veränderlichkeit 481
Wittich, E. und J. Kratzert: Ueber vulkanische Quarz- und Glasaschen aus den Schuttkegeln von Guadalcázar, San Luis Potosi, Mexiko 258
Wüst, Ewald: Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas. Mit 5 Textfiguren 641. 680
Zimányi, Karl: Ueber Eisenkieskristalle von Tekerő (Com. Hunyad) und Dognácska (Com. Krasso-Szörény) 321

Bücherbesprechungen.

Barker, T. V.: Graphical and Tabular methods in crystallography 751
Beck-Berg: Abriß der Lehre von den Erzlagerstätten 750
Becke, Friedrich: Lehrbuch der Mineralogie 61
Behaghel, G.: Die Eisen- und Manganerze Osteuropas 318
Brauns, Reinh.: Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bildung und Umbildung 285
Cloos, H. und E. Meister: Bau und Bodenschätze Osteuropas . 63
Dacqué, Edgar: Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere 287
Davis, W. M. und G. Braun: Grundzüge der Physiogeographie . 415
Davy, W. M. and C. M. Farnham: Microscopic examination of the ore minerals 191
Die mineralischen Rohstoffe Bayerns und ihre Wirtschaft 320
Duparc, Louis et Marguerite Tikonowitch: Le Platine et les Gîtes Platinifères de L'Oural et du Monde 159
Ehringhaus, A.: Das Mikroskop, seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendung 32
Emmons, W. H.: The principles of economic geology 95
Fedorowsky, N. M.: Genetische Mineralogie 29
Gregory, J. W.: The Rift Valleys and Geology of East Africa . 127
Hommel, W.: Grundzüge der systematischen Petrographie auf genetischer Grundlage. 1. 125
Klockmann, F.: Lehrbuch der Mineralogie 256
Langenbeck, R.: Physische Erdkunde. I. 624
Larsen, Esper S.: The microscopique determination of the nonopaque minerals 623
Lehmann, O.: Flüssige Kristalle und ihr scheinbares Leben . . . 60
Lehner, Dr. Alfons: Tafeln zum Bestimmen der Mineralien auf chemischem Wege, besonders vor dem Lötrohr 192
Linck, G.: Tabellen zur Gesteinskunde für Geologen, Mineralogen, Bergleute, Chemiker, Landwirte und Techniker 559
Lindgren, W.: Mineral Deposits 91
Merrill, George P.: Handbook and descriptive catalogue of the Meteorite collections in the United States National Museum 96
Miller, B. L. and J. T. Singewald: The mineral deposits of South America 63
Philipp, H. und W. Warneck: Geologische Anfängerübungen zur Einführung in das Verständnis geologischer Karten und Profile 767
Philippson, Alfred: Grundzüge der Allgemeinen Geographie . . 559
Rinne, F.: Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle 480
— Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie 29
— Einführung in die kristallographische Formenlehre und elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen sowie röntgenographischen Untersuchungen 767

Seite

Rosenbusch, H.: Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine 187
Rosenbusch-Osann: Elemente der Gesteinslehre 766
Ruer, Rudolf: Metallographie in elementarer Darstellung 383
Ruska, J.: Leitfaden der Mineralogie 61
Schneiderhöhn, H.: Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht 717
Smits, A.: Die Theorie der Allotropie 622
Spence, M. E. Hugh S.: Le Graphite 192
Stella, A.: Le Miniere di Ferro dell' Italia (colla collaborazione di un gruppo di Soci della F. M. J.) 622
Svedberg (Upsala), Th.: Die Methoden zur Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe 751
Tammann, Gustav: Aggregatzustände 319
— Lehrbuch der Metallographie, Chemie und Physik der Metalle und ihrer Legierungen 62
Till, Alfred: Mineralogisches Praktikum 592
Vageler, P.: Bodenkunde 159
Walter, Gustav Adolf: Die geschichtliche Entwicklung der rheinischen Mineralfarben-Industrie vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis zum Ausbruch des Weltkrieges 621
Wegener, A.: Die Entstehung der Mondkrater 30
— Versuche zur Aufsturztheorie der Mondkrater 30
Winchell, Alexander N.: Elements of Optical Mineralogie . . . 767
Wolff, Ferdinaud v.: Einführung in die allgemeine Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Mineralchemie 558

Miscellanea.

8. Jahresversammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft . 719
Arbeitshilfe 624
Außerordentliche internationale bodenkundliche Konferenz 1925 in Rom 416
Bildung einer Geologischen Gesellschaft in China 416
Ferienkurs in Jena 384
Gründung einer Deutschen Seismologischen Gesellschaft in Leipzig . 768
Hundertjahrfeier der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte in Leipzig 384
Preis der Geologie-Stiftung an der Universität Heidelberg 352
v. Reinach-Preis für Mineralogie 352
Versammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Leipzig 384

Personalia.

Ammon, L. v. 592
Göhringer, A. 520
Groß, R. 288
Lehmann, E. 416
Lehmann, O. 520
Liebisch, Th. 160
Manzelius, R. 64
Schiebold, E. 656
Sjögren, Hjalmar 416
Weber, M. 160

Druckfehlerberichtigungen 192. 752

Sachregister

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1922.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

Absaigerungstheorie 519.
Abscherungsdecke, oberbager. Voralpengebiet 377.
Abtragungsfläche, Pliocän, westlicher Vogelsberg 240.
Afrika (Deutsch-Ost-)
Morphogenie des Küstengebietes 611.
Säugetierrest der Mittellandbahn 546.
Tendaguruschichten, Gigantosaurus robustus u. Brachiosaurus Brancai, Handskelett 464.
Aggregatzustände, Zustandsänderungen der Materie in Abhängigkeit von Druck und Temperatur. (G. Tammann) 319.
Aegirin, Graubünden, Val digl Plaz u. Piz d'Err 449.
Aegirinaugit, Rockeskyll, Eifel, Vork. 567.
Åkermanit, chem. Konstitution 136.
Akermanit–Gehlenit–Sarcolith; Optik des ternären Systems 512.
Albit
Hutengebirge, Analysen 662.
Sajóháza, Ungarn u. Beaume, optische Daten, Analyse 97.
Albraud, Klüfte 709.
Albüberschiebung 435.
Alemannische Insel, Mitteleuropa 586.
Algen, fossile kalkbohrende in Liaskalken 299.
Alkalisch-lamprophyr. Ganggesteine, Genese 495, 521.
Allgäu, ostalpine Schubmasse auf dem Helvetischen 252.
Allgäu-Vorarlberger Flysch 255.
Allotropie, Theorie (A. Smits) 622.
Alpen
Bayrische, Eocän u. Unteroligocän, Gliederung 180.
nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg 242.
Steiermark, Eklogitamphibolite u. Knetgesteine 483.
Tektonik im oberbayerischen Voralpengebiet 372, 398.
Tertiär der Waldheimat 49.
Almöit, Analysen 531.
Almöite, Deutung von Bowen 518.
Alters- u. Wachstumsbestimmungen bei Bäumen, klimat. Merkmale 635.
Altratergebirge, Peterswald, Magnetkies, Vork. und Analyse 33.
Amesit, chem. Konstitution 132.
Amethyste, Farblosigkeit bei 500° 481.
Amphibolgesteine, Stubalpe, Koralpe und Seetaler Alpen 696.
Amphibol-Hypersthen-Andesit, Leányfalu, nördlich Budapest 179.
Amphibolite, Südkarpaten 3.
Amphitragulus elegans, Untermiocän, Oberkochen 59.
Andesit, Westtimor 70.
Andradit
Harz, Vork. 365.
im Melilith der Polzenspitze 511.
Augistorhinus, Schädel 410.
Auorthit, chem. Konstitution 193.
Antiklinallinien, Gneisfalte, Oetztaler Alpen 108.
Antimonsilber, Einschlüsse in gediegen Arsen, Schleifhärte 597.
Apatit
Floitental, Farbe durch Radiumstrahlen 162.
Isotropisierung 760.

Apophyllit, Wassergehalt 204.
Armzahl der Belemniten 302.
Aschen- und Tizarbildungen, Guadalcazar, Mexiko 260.
Asien, Timor, Gesteine 65.
α-Strahlung als Ursache der Isotropisierung 735.
Atlantischer Tiefseeboden. Seismizität 396.
Atmosphärenkunde 560.
Auburgschichten, Gerolstein 740.
Auge, schizochroales bei Phacops u. Harpes 349.
Augitbiotitsyenit, Gröba, Sachsen, Mineralzus. 295.
Auhausen, Ansbacher Gegend, ob. Juragesteine 438.
Ausfloekung von Färbemitteln innerhalb Kristallgitter 482.
Australite, Skulptur 232.
Axinit, chem. Konstitution 138.
Azorpyrrhit, Eifel 566.
Baltikum (Ost-), Bewegungsrichtung des abschmelzenden Landeises 83.
Barkerikiteinsprengling 505.
Baryt, Felsöbanya, Farbe durch Radiumstrahlen 162.
Basalt
Rhön, Lagerung der Ströme 617.
Weitendorf, Steiermark, Zeolithe 289.
Basalt-Vulkane, Hegau, Alter 140.
Basalttuffe im Hegau, mollusken-führend 146.
Barenit, chem. Konstitution 135.
Bayrische Alpen, Eocän und Unteroligocän, Gliederung 180.
Beaume, Piemont, Albit, opt. Daten, Analyse 101.
Beben, Europäisches Nordmeer 388.
Bekinkinit, Strukturbild 505.
Belemniten, Armzahl 302.
Bergalith, Endglied der Polzenitreihe 499.
Bergalith-Polzenitreihe und Cadiengesteine, Analysen 500.
Bernstein, Wassereinschlüsse und Hohlräume 327, 353.
Bewegungsrichtungen des abschmelzenden Landeises im Ostbaltikum 83.
Biegung, Kluftbildung 671.
Billitonite, Skulptur 230.
Biotit, Rautenkranz im Erzgebirge, Zersetzungshöfe 726.
Blindheit bei Crustaceen, paläontologische Feststellung 346.
Blomberg bei Tölz, Lutetien, Fauna 180.
Bodenkunde von P. Vageler 159.
Bodenschätze und Bau Osteuropas 63.
Bohnerzformation, Schwaben, Säugetier führend 209.
Brachiopodengattung Platystrophia 123.
Brachiosaurus Brancai, Tendaguruschichten. Handskelett 464.
Branchipus, Medianange 347.
Braunkohlenquarzite, Weidaer Stadtwald, Inland-Eisablagerung 490.
Breccien, gangförmige Eruptivbreccien, Villnößtal, Südtirol 112.
Bregenzerwald, Kreide und Flysch 244.
Brombacher Schichten, Wiehler Mulde 42.
Broomia, Schädel 413.
Cadiengesteine, Analysen 500.
Cadiengr-Monticellite, Doppelbrechung 511.
Calcaneus, diluvialer Säugetierrest der Mittellandbahn, Deutsch-Ostafrika 550.
Calcit in Polzeniten 521.
Calcit-Nephelin-Biotitadern in lamprophyrischen Ganggesteinen 523.
Comptonit, Amarassi, Westtimor 68.
Cancrinit, chem. Konstitution, Analyse 199.
Capreolus australis, Pliocän, Maluschteni, Rumänien 185.
Carbon
Persien, Stratigraphie 20.
Rheinisches Gebirge, Culm 584.
Carbonatite 521.
Cepaea sylvestrina, Hegau 146.
Ceratotherium simum, Oberlippe 643.
Cerviden, fossil, Systematik 712, 741.
Cervus dicranius, Oberpliocän, Spanien 621.
— pardinensis 712.
Chabasit
chem. Konstitution 605, 628.
Wassergehalt 175.
Chaetophorites gomontoides, Lias 299.
Chemische Konstitution von Silikaten 129, 602.
Chloritgruppe, chem. Konstitution 133.
Chloritschiefer, Sonfinberg, Westtimor 75.
Chrysolith-Olivinzumischung i. Monticellit 507.
Cordierit, chem. Konstitution 132.
Cosmophyllum Geigeri, Mitteldevon, Eifel 739.

Crustaceen, Blindheit, paläont. Feststellung 346.
Cryptolithus, Augenhöcker ohne Linsen 351.
Culm
Europäisches, Transgression 579.
Hainichen i. Sa. 274.
Casterit, chem. Konstitution 138.
Damkjernit-Sannait-Serie u. Polzenitsippe, Parallelisierung 529.
Danburit
chem. Konstitution 138.
Guadalcazar, Mexiko, York, u. Analyse 561.
Danubit, Leányfalu nördl. Budapest, kein bes. Gesteinstypus 178.
Datolith, chem. Konstitution 137.
Deckelklüfte des Siegerlandes 122.
Deckenförmige Ueberlagerung der Kreide durch Flysch, oberbayerische Voralpen 376.
Deckenschub, ostalpiner 255.
Desmatosuchus, Trias 410.
Desmin
Wassergehalt 204.
chem. Konstitution 606, 629.
Deutschland, Verbreitung des Dicerorhinus hemitoechus 683.
Deutsch-Ostafrika, südliches, Morphogenie des Küstengebietes 611.
Devon
Eifel, Gliederung des Mittleren auf Grund von Korallen 739.
Persien, Stratigraphie 20.
Rheinisches und Thüringen, Stratigraphie 578.
Rübeland im Harz, Phacops incisus 345.
Siegerland, Gesteine und Ueberschiebung 115.
Wichler Mulde, Stratigraphie 39.
Diabas, Perm — Trias, Westtimor 71.
Dicerorhinus, Diluvium, Europa, Arten 643, 683.
Diceros simus, Kieler u. Hamburger Schädel 646, 651.
Dichteänderung und Wiederkristallinwerden 736.
Differentiation des Magmas, Meißener Massiv 451.
Diluvialmensch, Ost-Thüringen 495.
Diluvium
Deutsch-Ostafrika, Säugetierrest von der Mittellandbahn 546.
Lahntalboden 236.
Nashörner Europas 641, 680.
Ost-Thüringen, Inlandvereisung 489.
Diluvium
Siegterrassen 337.
Wichler Mulde, Terrassen 43.
Diopsid, Steinerne Renne, Harz, York, 365
Diopsidjadeit, Guadalcazar, Analyse 564.
Dioritporphyrit, glimmerreich, Oberwartha bei Wilsdruff i. Sa. 455.
Dispersitätswechsel und Farbenumwandlung bei Quarz 483.
Doleritischer Melilithbasalt von Budikor 503.
Dongebiet, Pallasit, Analysen 37.
Doppelsalze, chem. Konstitution 130.
Druckbeanspruchung, Kluftbildung 670.
Dumortierit, Formel 139.
Dutenmergelbildung, fossile Miniatursalse 588.
Eifel
Gliederung des Mitteldevons auf Grund von Korallen 739.
Rockeskyll, Spuren eines Phonolithdurchbruchs 565.
Eindrücke von Konglomeraten, Entstehung 77.
Eiselberg u. Riesberg, Malm-Doggervorkommen 436.
Eisen- und Manganerze Osteuropas 318.
Eisenerzlagerstätten Italiens (A. Stella) 622.
Eisenglanz, Steinerne Renne, Harz, York, 367.
Eisenkieskristalle, Tekerö und Dognácska, Ungarn 321.
Eisrandlagen, Ostbaltikum 84.
Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine, Steiermark 483.
Elastizitätstheorie der Faltung, Belegstück 105.
Elektrische Oefen für höchste Temp. 283.
Elephas meridionalis, ob. Pliocän, Prov. Toledo, Spanien 620.
Elm-Schichten im Kaiser-Wilhelm-Kanal mit Futterresten von Dicerorhinus hemitoechus 686.
Enstatit, chem. Konstitution 132.
Eocän, Ulmer Alb, Höhlenvorkommen 209.
Epidot-Amphibol-Schiefer-Gruppe, Hainichen, Sachsen 265.
Epidotamphibolit, Südkarpaten 7.
Epidotschiefer, Tuda, Westtimor 76.
Epplas, Münchberger Gegend, Gneisvorsprung 448.

Equus caballus, Postglazial, Spanien 621.
Erdbeben
Europäisches Nordmeer 385.
und Meteoritenfall 488.
Ergußgesteine, Perm — Trias, Westtimor 69.
Erratische Gesteine, Ost-Thüringen 494.
Eruptivbreccien, gangförmige, Villnößtal, Südtirol 110.
Erze
mikroskop. Untersuchung im auffallenden Licht 191.
und Aufbereitungsprodukte, Anleitung zur mikrosk. Bestimmung und Untersuchung derselben im auffallenden Licht (H. Schneiderhöhn) 717.
Erzgangfällung im Harz und die epimagmatischen Mineralparagenesen 363.
Erzlagerstätten
Abriß der Lehre (Beck-Berg) 750.
Kupfererz-, zink- und goldhaltig, Sinaloa in Mexiko 227.
Platin, Ural und der Welt 160.
Erzmikroskop 717.
Erzmikroskopische Untersuchungen, Schleifhärte der Mineralien 595.
Eudialyt, Isotropisierung 759.
Eukolit, Isotropwerden 759.
Europa, diluviale Nashörner 641, 680.
Europäisches Nordmeer, seismische Verhältnisse 385.
Europäisches Oberdevonmeer, Paläogeographie 579.
Euxenit, Isotropisierung 721.
Faltenbau des Flysch, oberbayerisches Voralpengebiet 379.
Faltung, Elastizitätstheorie 105.
Farbumwandlung von Amethyst 481.
Färbungen durch Radiumstrahlung erzeugt, Stabilität 161.
Feinbauliches Wesen der Materie nach dem Vorbild d. Kristalle (F. Rinne) 480.
Fergusonit, Isotropisierung 721.
Finnland, Wiikit und Orthit, Chem. 257.
Fische
Altersbestimmung 634.
Pliocän, Maluschteni, Rumänien 186.
Flüssige Kristalle und ihr scheinbares Leben (O. Lehmann) 60.
Flußspat, Stabilität der durch Radiumstrahlung erzeugten Färbungen 161.
Flysch, oberbayerisches Voralpengebiet, Tektonik 372.
Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg 242.
Formenlehre, kristallographische, Einführung (F. Rinne) 767.
Forsterit, chem. Konstitution 132.
Fossleys, stratigr. Stellung 583.
Futterreste in Zähnen von Dicerorhinushemitoechus, Eem-Schichten im Kaiser-Wilhelm-Kanal 686.
Gabbrofamilie und Platinlagerstätten 159.
Gabbro- und Diabasgesteine Graubündens mit Aegirin 449.
Gadolinit, optisches Verhalten 721.
Ganggesteine, alkalisch-lamprophyr. Genese 495. 521.
Gauteit, Pihlberg, Analysen 542.
Gazella deperdita, ob. Pliocän, Spanien 620.
Gehlenit, chem. Konstitution 136.
Genetische Mineralogie (N. M. Fedorowsky) 29.
Geographie, Grundzüge d. Allgemeinen (A. Philippson) 559.
Geologische Anfängerübungen zum Verständnis geol. Karten u. Profile (H. Philipp u. W. Warneck) 767.
Geraer Gegend, Inlandeis 490.
Gerolsteiner Mulde, Auburgschichten, Mitteldevon 740.
Geschiebelehm, Ostthüringen 494.
Gesteinskunde, Tabellen (G. Linck) 559.
Gesteinslehre, Elemente (Rosenbusch-Osann) 766.
Gießener Landschaftsbild 234.
Gigantosaurus robustus, Tendaguru-Schichten, Handskelett 464.
Glas- und Quarzaschen, Guadalcázar, Mexiko, Analyse 261.
Gläser, unterkühlt 723.
Glaukonitführende Sedimente, Magnetitgehalt 572.
Glazialgeologische Beobachtungen am Südrand in Ost-Thüringen 489.
Gleitschichten 669.
Gmelinit, chem. Konstitution 605, 628.
Gnathodontiden, Entwicklung 413.
Gneis, Münchberg, Lagerung am Nordwestrand 440.
Goniatitensystematik, Revision 381.
Gosauflysch, ostalpiner, Tektonik 254.
Gosauschichten zwischen Walchsee und Kössen, Tirol 558.
Granatamphibolit, Stubalpenspeik 697

Granatamphibolite, Suriân, Südkarpaten, Analysen 8.
Granatführende Gesteine, Steinerne Renne, Harz 364.
Granatserpentingestein, Berg Konkon, Westtimor 75.
Granit
Kluftsysteme 666.
Guadalcazar, Mexiko, Mineralien 561.
Granulitgebirge, Sachsen, geol. Alter und tekt. Stellung 265.
Graphit von Hugh S. Spence 192.
Graubündner Gabbrogesteine mit Aegirin 449.
Gröba, Sachsen, Augitbiotitsyenit 293.
Grossular
Guadalcazar, Doppelbrechung 561.
Steinerne Renne, Harz 365.
Grundzüge d. Physiogeographie (W. M. Davis und G. Braun) 415.
Grüntendecke, Kreide u. Flysch 253.
Guadalcazar, Mexiko, Granitmineralien 561.
Gunzenhausener Hahnenkamm, Malm 435.
Halbopal, Steiermark, Vork. 289.
Handskelett, Gigantosaurus robustus u. Brachiosaurus Brancai, Tendaguru-Schichten, Deutsch-Ostafrikas 464.
Haplonephelinit, Diagramm des Kristallisationsverlaufs 516.
Häringer Pflanzenschichten, Bayr. Alpen, Priabonien 183.
Harmotom
chem. Konstitution 605, 627.
Wassergehalt 176.
Harpes macrocephalus, Mitteldevon, Auburg b. Gerolstein, Zweilinsenauge 345.
Härte durch Schleifen 595.
Hauyn
Analyse 197.
chem. Formel 201.
im Polzenit 496.
Hauyn-Melilith-Damkjernit = Luhit 524.
Hauynophyrischer Phonolith, Tachaberg, Strukturbild 536.
Hauyuporphyr, Auritzsch, Strukturbild 537.
Hegau, Basalt-Vulkane, Altersfrage 139.
Heulandit
chem. Konstitution 135, 628.
Entwässerung 167.
Weitendorf, Steiermark, Vork. 289.
Hillesheimer Crinoidenschichten, Eifel 740.
Hiortdahlit, chem. Konstitution 138.
Hipparion, ob. Pliocän, Mancha, Spanien, Vork. 619.
Hippopotamus major, Spanien 620.
Hippopotamus-Zahnrest, Mittellandbahn westlich des Malagarassi, Deutsch-Ostafrika 557.
Hirsche, fossile, Systematik 712.
Höhenlage der Rhön 615.
Hohenstoffeln-Pfaffwiesen-Massiv, Schichtung und Kontakt 142.
Höhlenfüllung von Mähringen, Ulmer Alb 222.
Hohlräume im Bernstein 327, 353.
Homilit
chem. Konstitution 138.
Isotropisierung 760.
Hornblende
Ilmengebirge, Analysen 662.
pleochroitische Höfe 725.
Val digl Plaz, Graubünden, opt. Verh. 450.
Hornblendefels, Stubalpe, Analyse 696.
Hornblendegabbro, Netemnanogebirge, Westtimor 66.
Hornblendemiassit, Ilmengebirge, Ural, min. Zus. 657.
Hornblende-Plagioklasgesteine, Malagebirge, Westtimor 75.
Humboldtilithgruppe 512.
Humit, chem. Konstitution 132.
Hyaena eximia, Pliocän, Prov. Toledo 619.
Hyalinia subnitens, Hegau 147.
Hydrothermale Metamorphose der hauynophyrischen Phonolithe 537.
Ichthyosaurus quadriscissus, Becken 277.
Iguanodon, Hautskelett 85.
Ilmengebirge, Hornblendemiassit 657.
Ilmenit
Eisenberg i. Sa., Vork. 453.
Ural, Vork. im Hornblendemiassit 659.
Ilsemannit
Natur und Genesis 689.
Utah, Formel 689.
Inlandeis, Ost-Thüringen 492.
Inoceramenflysch, Südbayern 251.
Isotrop gewordene Kristalle 721, 753.
Jura
Algen, kalkbohr, in Liaskalken 299.
Lindibezirk, Profil 612.
Nördlinger Ries 437.
Oberkochen in Württemberg, Wirbeltierreste in einer Spalte 56.

Jura, Persien, Stratigraphie 22.
Kalkalpenrand, Brandung des Flyschmeeres 398.
Kalk-Alumosilikate, chem. Konstitution 134.
Kalkaufnahme, Bedeutung für den Kristallisationsvorgang 521.
Kalkbohrende Algen in Liaskalken 299.
Karpathen, Ostmähren, Dutenmergelbildung 591.
Kaswassergraben bei Großreifling, Magnesit, Analyse 11.
Keimwirkung 736.
Keratophyr, Westtimor 69.
Kersantit, Wilschdorf, Meißener Massiv 451.
Keuperflora und Lunzer Flora 23.
Kieselschieferkuppe des Dünsberges 234.
Kieselschiefer, Roßbauer Wald, Sachsen 266.
Klimatisches Merkmal, Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen 634, 672.
Klinoedrit, chem. Konstitution 138.
Klüfte, ein Beitrag 665.
Knetgesteine, Steiermark 483.
Knochenlager, Mähringen, Schwaben 222.
Kobaltnickelkies, Littfeld, Westfalen, Analyse 225.
Kohäsions-Eigenschaften des Manganit 1.
Kohlenstoffreiche Quarzitschiefer, Erzgebirge 269.
Kolloide Lösungen anorganischer Stoffe, Methoden zur Herstellung (Th. Svedberg) 751.
Kolloides Magneteisen in Sedimenten 577.
Konstitutionsformel von Silikaten 130.
Kontaktgesteine und Mineralien, Steinerne Renne, Harz 364.
Koordinationstheorie 130.
Korallen, Mitteldevongliederung, Eifel 740.
Kreide
Deutsch-Ostafrika, Profil 612.
Ostmährische Karpathen, Dutenmergelbildung 588.
Persien, Stratigraphie 22.
Südbayrischer Flysch 248.
Kressenberg, Bayrische Alpen, Thanetien, Cuisien, Lutetien 180.
Kristalle
als Vorbildner des feinbaulichen Wesens der Materie (F. Rinne) 29.
isotrop gewordene 721.
Kristalline Schiefer, Noil Taëng und Tramano, Westtimor 74.
Kristallisationsdifferenzierung 519.
Kristallographie, graphische Methoden (T. V. Barker) 751.
Kristallographische Formenlehre, Einführung (F. Rinne) 767.
Krolpaer Gegend, diluviale Inlandvereisung 489.
Kunzit, Färbung u. Radiumstrahlen 163.
Kupferglanz, zinkhaltig, Sinaloa in Mexiko, Analyse 225.
Lagoriolith im Melilith der Polzensippe 511.
Lahntal, Diluvium 236.
Lamprophyrische, alkalische Ganggesteine, Genese 521.
Lamprophyrische Ganggesteine, Calcit führend 523.
Landschaftsaufbau am Ostrand der rheinischen Masse 233.
Laumontit, chem. Konstitution 603.
Lawsonit, chem. Konstitution 135.
Leucochila acuminata, im Basalttuff des Hegau 146.
Leukophan, chem. Konstitution 138.
Lherzolith, Mutisgebirge, Westtimor 67.
Liaskalke, fossile kalkbohrende Algen 299.
Lindentaler Hyänenhöhle, Thüringen, Besiedlung 495.
Linneit, Littfeld in Westfalen, Analyse 225.
Luhit, Luh, Struktur 524.
Lunzer Flora 23.
Lutra rumana, Pliocän, Rumänien 186.
Macacus florentinus, Pliocän, Maluschteni, Rumänien 185.
Magnesiagranat, chem. Konstitution 132.
Magnesit, Kaswassergraben bei Großreifling, Ostalpen, Vork., Analyse 11.
Magnesium-Aluminiumsilikate 131.
Magneteisen
in marinen Ablagerungen 569.
Mehikow, Samara 577.
Magnetit, Eisenberg i. Sa., Vork. 453.
Magnetkies, Peterswald bei Spornhau im Altvatergebirge, Vork., Analyse 33.
Mähringer Höhlenfunde 209.
Malm, ortsfremde Vork., Westbayern 438.
Malm — Dogger, Eiselberg, Ries 437.
Manganerze, Osteuropa 318.

Manganit, opt. u. Kohäsions-Eigenschaften 1.
Marginale Akkumulationsbildungen des Ostbaltikums 84.
Marine Ablagerungen, Magneteisen 569.
Massassi bis Lindi, Deutsch-Ostafrika, Profil 614.
Mastodon arvernensis, Maluschteni, Rumänien 185.
Meißener Massiv, Ganggefolge 451.
Melaphyr, Perm-Trias, Westtimor 71.
Melilith-Biotit-Gestein 492.
Melilithführung in der Polzensippe 511.
Melinophan, chem. Konstitution 138.
Melnikowit, Samara, York. 569.
Meryeodus, Rose 745.
Mesolith, chem. Konstitution 605, 627.
Metallographie
in elementarer Darstellung (R. Ruer) 383.
Lehrbuch von G. Tammann 62.
Metamikte Mineralien 724.
Meteoritenfall und Erdbeben 488.
Meteoritensammlung des U. S. National Museum (Merrill) 96.
Mexiko, Sinaloa, zinkhaltiger Kupferglanz 227.
Miassit, Tscheremschanka, Analysen 663.
Mikrolithe in Tektiten 229.
Mikroskop, seine wissenschaftl. Grundlagen u. Anwendung (A. Ehringhaus) 32.
Mikroskopische Mineral-Bestimmung (E. S. Larsen) 623.
Mikroskopische Physiographie d. Mineralien und Gesteine (E. A. Wülfing) 187.
Mineralbestimmung vor dem Lötrohr (A. Lehner) 192.
Mineralfarben-Industrie, rheinische, geschichtliche Entwicklung (G. A. Walter) 621.
Mineralhärte 595.
Mineralien des Niederrheinischen Vulkangebiets (R. Brauns) 285.
Mineralische Rohstoffe Bayerns und ihre Wirtschaft 320.
Minerallagerstätten
Südafrikas 63.
von W. Lindgren 91.
Mineralogie
Einführung in die allgemeine (F. v. Wolff) 558.
genetische, von N. M. Fedorowsky 29.
Lehrbuch von F. Becke 61.
Lehrbuch von F. Klockmann 256.
Mineralogie
Leitfaden von J. Ruska 61.
optische, Elemente (A. N. Winchell) 767.
Mineralogisches Praktikum (Alfred Till) 592.
Mineralparagenesen, epimagmatische im Harz 363.
Miniatursalse, fossile, und Dutenmergelbildung 588.
Miocän, tekton. Bewegungen im Voralpengebiet 405.
Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika, diluvialer Säugetierrest 546.
Modlibovit-Veseeit-Reihe 498.
Molasseschichten, Geröllführung 402.
Moldawitskulptur 231.
Monazit, Isotrop-Werden 761.
Mondkrater, Entstehung 30.
Monograptus Gein., Studien an deutschen Funden dieser Gattung 148.
Monticellit im Vesecit 507.
Morphogenie des Küstengebiets im südlichen Deutsch-Ostafrika 611.
Mühlenbergschichten, Devon, Wiehl 43.
Münchberger Gneis, Lagerung am Nordwestrand 440.
Mur—Mürzfurche, Kärtchen 55.
Mystriosuchidae, Einteilung 411.
Nashörner, Diluvium, Europa 641.
Natrolith
chem. Konstitution 602.
Weitendorf, Steiermark, York. 291.
Natronsilikate, chem. Konstitution 193. 602.
Nekrolog, Th. Liebisch 417.
Nephelin, chem. Konst., Anal. 194.
Newberria amygdalina, Mitteldevon, Eifel 739.
Niederrheinisches Vulkangebiet, Mineralien (R. Brauns) 285.
Nördlinger Riesproblem 435.
Nordmeer, Europa, seismische Verhältnisse 385.
Noseun
Analysen 196.
Eifel, York. 566.
Noseanphonolith, sanidinreich, Rockeskyll i. d. Eifel 569.
Oberbayerische Voralpen, tektonische Fragen 372.
Odenspieler Schichten im Oberbergischen, Auskeilen 43.
Ofen, elektr., für höchste Temperaturen 283.
Ohler Schiefer, Wiehler Mulde 42.
Oligocän (unteres), Bayrische Alpen, Gliederung und Fauna 180.

Olivin im Polzenit 495.
Opal (Halb-), Weitendorf, Steiermark, Vork. 290.
Optische Mineralogie, Elemente (A. N. Winchell) 767.
Orthit, Impilaks in Finnland, Chem. 257.
Ostafrika, Geologie von J. W. Gregory 127.
Ostalpen
Magnesitvorkommen bei Großreifling 11.
Stubalpe, Koralpe u. Sectaler Alpen, Amphibolgesteine 696.
Ostalpiner Gosauflysch, Tektonik 254.
Ostbaltikum, Bewegungsrichtungen des abschmelzenden Landeises 83.
Ostindien, Westtimor, Gesteine 65.
Otoeyon megalotis (?), Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika 551.
Palaeorhinus, Schädel 410.
Palaeoryx Athanasini, Pliocän, Rumänien 185.
Palaeotherium Kleini, Mähringer Höhle, Eocän 219.
Paläogeographie des Europäischen Oberdevons 578.
Paläozoicum
altes, Mittelböhmen, Tektonik 262.
—, Zschopautal, Sachsen 269.
Pallasit, Kurtlakfluß, Dongebiet, Analyse 35.
Parasuchier, Verbreitungstabelle 410.
Pelee's Tränen, Kilauea 231.
Peptisation in Kristallen 482.
Peridotit, Westtimor 67.
Perm
Hohe Rhön, Hebungsachse 616.
Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges 240.
Perm — Trias, Westtimor, Ergußgesteine 71.
Perowskit, chem. Konstitution 137.
Persien, Stratigraphie 20.
Peterswald bei Spornhau im Altvatergebirge, Magnetkies, Vork., Analyse 33.
Pferde des Pleistocän 621.
Pflanzen, Keuper u. Lunzer Schichten 23.
Phacops incisus, Oberdevon, Rübeland im Harz, Auge 345.
Phillipsit, chem. Konstitution 607, 630.
Phonolith
hauynophyr., Tachaberg, Strukturbild 536.
Hegau i. Baden, Alter 140.
Rockeskyll, Eifel, Analyse 568.
Phonolithdurchbruch, Rockeskyll in der Eifel 565.
Phonolithe, Analysen 538.
Phosphatbildung, Mähringer Höhle, Schwaben 222.
Physiogeographie, Grundzüge (W. M. Davis und G. Braun) 415.
Physische Erdkunde I (R. Langenbeck) 624.
Phytosauridae, Trias 411.
Pistazit, Steinerne Renne, Harz, Vork. 366.
Plagioklas (Labrador), Gröba, Sachsen 293.
Plagioklasamphibolite
Mutisgebirge, Westtimor 75.
Stubalpenspeik, Analysen 699.
Surián, Südkarpaten, Analyse 3, 7.
Plastizität, Experiment zur Elastizitätstheorie der Faltung 107.
Platinlagerstätten des Ural und der Welt 159.
Platystrophia, Brachiopodengattung 123.
Pleochroitische Höfe mit veränderter Doppelbrechung 725.
Pleskau, Endmoränenzüge 83.
Pliocän
Gießen, Vork. 618.
ob., Spanien, fossile Säugetierfunde 620.
Pliocäne Gebirgsfußebene der Rheinischen Masse 242.
Pliocäne Wirbeltierfauna aus Rumänien 185.
Pliocervus = Cervus Matheroni 744.
Pneumatolytische Entstehung von β-Quarz 593.
Poliermittel, Angreifen an Erz 598.
Polzenite
Alnöite u. Damkjernite, Vergleich von Mittelwerten der Analysen 531.
Polzengebiet, böhm. Mittelgebirge, Charakteristik 496.
Polzenitschwärme = ob. Ausgehende der Melilith-Nephelinbasalte 522.
Porphyritgänge, Villnößtal 114.
Postfötale Entwicklung der Nase diluvialer Nashörner 680.
Primaten, Pliocän, Rumänien 185.
Prismatin, chem. Konstitution 132.
Prolobitidae, Genera 381.
Pyrit und Magnetit als Einschlüsse in Glaukonit 573.
Pyritkristalle, Ungarn 321.
Pyroxen, Guadalcazar, Analyse 563.
Pyroxenbildung in Polzeniten 522.

Pyroxenreiche lamprophyrische Ganggesteine des Polzengebietes. Analysen 508.
Quarz
(β-), pneumatolyt. Entstehung 593.
Maderanertal. Farbe durch Radiumbestrahlung 162.
veränderliche Färbungen 481.
Quarz- und Glasaschen, vulkanische aus den Schuttkegeln von Guadalcázar, Mexiko, Analyse 258.
Radioaktive Mineralien. Isotrop werden 721.
Radioaktive Stoffe. Wirkungen 725.
Radioaktive Substanzen. Sprengwirkungen 738.
Radiumbestrahlung von Quarz 481.
Radiumstrahlung. Farbenerzeugung. Stabilität 161.
Reliefpolieren. Bestimmung der relativen Schleifhärte 595.
Reptilordnung Thecodontia. Trias 408.
Reut im Winkel. Alttertiär. Gliederung 181.
Rheinische Masse. Landschaftsaufbau am Ostrand 233.
Rhinoceros sondaicus. Maße 649.
Rhön. Höhenlage. Auflagerung der Basaltströme 617.
Rhynchocephalen. Beziehungen zu Thecodontia 414.
Ries. Nördlingen. Tektonik 435.
Rieselungsskulptur 81.
Rillensteine. Entstehung 76.
Rockeskyll. Eifel. Spuren eines Phonolithdurchbruchs 565.
Röntgenbestrahlung von Amethyst 481.
Rusa unicolor, Sechser-Hirsche 713.
Rußland. Melnikow im Gour. Samara. Magneteisen. York. 577.
Rutil. Südkarpaten. York. 6.
Sächsisches Granulitgebirge. Alter u. Tektonik 265.
Sajóháza. Ungarn. Albit. Analyse, opt. Daten 97.
Salische Extremwerte in den akkum. und fusiren Typen. Dualismus 534.
Salse und Dutenmergelbildung 588.
Salzburg, nordalpine Flyschzone 242.
Sannait-Damkjernit-Reihe. Chem. 530.
Sapphirin. chem. Konstitution 139.
Sarmaticum. Hegauvulkane 145.
Säugetiere, fossile, Spanien, ob. Pliocän 619.
Säugetierknochenfunde, Mähringer Höhle, Ulmer Alb 217.
Säugetierrest. dilurial, der Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika 546.
Schiefergesteine. Münchberg. Lagerung 442.
Schilfsandsteinpflanzen 24.
Schizochroales Auge bei Phacops und Harpes 349.
Schleifhärte der Mineralien durch Reliefpolieren 595.
Schubsplitter u. -späne, oberbayerisches Voralpengebiet 376.
Schuppenpaket des Münchberger Gneis 448.
Schuttkegel von Guadalcázar. Glas- und Quarzaschen 258.
Schwaben, säugetierführende Bohnerzformation. Höhlenfunde 209.
Sedimente. Magnetitgehalt 576.
Seismische Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres 385.
Seismizität der Zentralzone. Grad 393.
Serpentin
chem. Konstitution 132.
Westtimor 68.
Siegerländer Hauptüberschiebung 115.
Siegterrassen von Siegen bis zur Mündung 336.
Silikate. chem. Konstitution 129.
Sinaloa, Mexiko, zinkhaltiger Kupferglanz. Analyse 227.
Skolezit. Wassergehalt 176.
Spanien, fossile oberpliocäne Säugetiere. Funde 619.
Spateisensteingänge. Siegerland. Alter 122.
Sphen. Ilmengebirge, York. 659.
Sphenosuchus, Trias 409.
Squeezing-out-Hypothese 518.
Stagonolepidae, Schädel. Gruppierung 410.
Stegomosuchus, Trias 409.
Steinerne Renne. Harz, Kontaktgesteine 364.
Steinsalz, Farbe durch Radiumstrahlen 162.
Steirisches Kristallin mit Eklogitamphiboliten 483.
Stellerit. chem. Konstitution 135.
Stenopterygius quadriscissus. Ilium 279.
Stubalpe. Amphibolgesteine 697.
Syenit, Gröba, Sachsen. Mineralzusammensetzung 293.
Syenit-Diorit. Harz, Analyse 369.
Sylvin. Radiumstrahlung u. Färbung 161.
Tabellen zur Gesteinskunde (G. Linck) 559.

Tolk, chem. Konstitution 132.
Tegern-See, Tektonik 373.
Tekerö, Ungarn, Eisenkieskristalle 321.
Tektiträtsel, Lösung 227.
Tektonik
des mittelböhm. Altpaläozoicums 262.
sächs. Granulitgebirge 275.
Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet 372, 398.
Tendaguru-Schichten, Gigantosaurus robustus u. Brachiosaurus Brancai, Handskelett 464.
Terrassen der Sieg von Siegen bis zur Mündung 336.
Terrassengliederung an Rhein und Sieg 344.
Tertiär
Bayrische Alpen, Gliederung des Eocän und Unteroligocän 180.
Hegau, Basalt-Vulkane 145.
Lindi-Bezirk, Deutsch-Ostafrika, schemat. Profil 613.
nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg 244.
Persien, Stratigraphie 20.
Rheinische Masse und Vogelsberg-Gebiet 239.
Rhön, Höhenlage 615.
Rumänien, plioc. Wirbeltierfauna 185.
Siegterrassenreste 337.
Waldheimat, Beziehungen zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen 49.
Wirbeltierreste des Miocän, Oberkochen in Württemberg 57.
Teufelsmauergesteine 521.
Thecodontia, Trias 408.
Thorianit, Isotropisierung 762.
Thüringen (Ost-), diluviale Inlandvereisung 489.
Tiehorhinus, Diluvium, Europa 642, 680.
Timor (West-), Gesteine 65.
Tirol, Gosauschichten, Walchsee u. Kössen 558.
Titanit, Isotropisierung 760.
Topas
Brasilien, Farbe durch Radiumbestrahlung 162.
Kompressionskoeffizient 738.
Tornoceras, Lobenlinie 383.
Torquilla Schübleri im Basalttuff des Hegau 146.
Torsion, Biegung, Zug und Druck für Klaftbildung 671.
Trachyt, Westtimor 69.
Trachytoider Phonolith, Münzberg, Struktur 535.
Transgression des Europ. Culms 579.
Translation, Manganitkristalle 2.
Travertinblöcke, Mähringen, Ulmer Alb 223.
Travertine Deutschlands mit Diceratherium hemitoechus, D. Merckii 685.
Trennungsbruch 667.
Trias, Thecodontia 408.
Trilobitenaugen, schizochroal., äußerste Rückbildung 344.
Tüpfelschiefer, Münchberg 441.
Turmalin, Kompressionskoeffizient 738.
Ueberschiebung, Siegerland 122.
Ueberschiebungsfläche, Münchberger Gneisgebiet 445.
Ulmer Alb, Höhlenvorkommen terrestrischen Eocäns 209.
Unterkühlte Gläser 756.
Ural, Ilmengebirge, Hornblendemiassit, min. Zus. 657.
Uranpecherz, Isotropwerden 762.
Vereisungsspuren in Ost-Thüringen 492.
Vergleichende biolog. Formenkunde der fossilen niederen Tiere (E. Dacqué) 287.
Vesecit-Modlibocit-Bergalith-Reihe 502.
Villnößtal, Südtirol, gangförmige Eruptivbreccien 110.
Vogelsberg, Landschaftsaufbau 233.
Vorarlberg und Salzburg, nordalpine Flyschzone 242.
Vulkane, Hegau i. Baden, Altersfrage 140.
Vulkangebiete des Niederrheins, Mineralien 285.
Vulkanische Kuppen des Lützelberg u. der Altenburg bei Gießen 235.
Vulkanische Quarz- und Glasaschen, Guadalcazar, Mexiko, Analyse 258, 260.
Waldheimat, Tertiär, Beziehungen zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen 49.
Wasserbindung in den Zeolithen 164, 201.
Wassereinschlüsse im Bernstein 327, 353.
Wesselit, Strukturbild 505.
Westfalen, Littfeld, Linneit von Grube Viktoria, Analyse 225.
Wieder-Kristallinwerden 723.

Wichler Mulde, Stratigraphie zwischen Agger u. Bröl im Oberbergischen, Tektonik 38.
Wiikit, Impilaks in Finnland, chem. 257.
Wirbeltierfauna, Pliocän, Rumänien 185.
Wirbeltierreste des Untermiocän in Spalte des Jura von Oberkochen, Württemberg 57.
Wünschelrutengängertag z. Heilbronn, syst.-wissensch. Versuche 457.
Wüste, Eindrücke in Gesteine 77.
Xenotim, Isotropisierung 781.
Xerolithe = Tektite 228.
Zeolithe
chem. Konstitution 625.
Frage der Wasserbindung 164, 201.
Zeolithkristalle, chem Konstitution 602.
Zeolithwasser 135.
Zersetzungshöhe im Biotit von Rautenkranz i. Erzgebirge 726.
Zinkhaltiger Kupferglanz von Sinaloa in Mexiko, Analyse 226.
Zirkon, Dichteänderungen, Färbung, Radioaktivität 738, 758.
Zoisit
Harz, York, 365.
Steirisches Kristallin 485.
Zoisitamphibolit, Stubalpenspeik 700.
Zoisitamphibolite, Valc Dobrei, Südkarpaten, Analysen 5, 9.
Zug und Druck, Kluftbildung 671.
Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal 634, 672.
Zwillingsgrenze bei Quarz, Bildungstemperatur 594.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Kenntnis der optischen und Kohäsions-Eigenschaften des Manganit.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Gelegentlich der Pressung von Manganit-Kristallen in der im N. Jahrb. f. Min. etc. 1920, 24 beschriebenen Weise, wurden sie auch optisch untersucht; es ergab sich folgendes. Der Manganit wird in etwas dickeren Spaltblättchen nach (010) mit rotbrauner, in ganz dünnen mit hellgelber Farbe durchsichtig, mit geringem, aber merklichem, schon von Köchlin [1] angegebenem Pleochroismus: // $\dot{c}$ etwas dunkler als ⊥ $\dot{c}$. Die Doppelbrechung ist sehr stark; nur dünnste, gelb durchsichtige Teilchen zeigen noch Farben erster Ordnung und durch Zerquetschen erhaltene Stäubchen, die so fein sind, daß sie in Wasser lebhaft die Brownsche Bewegung zeigen, funkeln zwischen gekreuzten Nicols ähnlich wie Rutilstäubchen.

Spaltblättchen // (010) löschen vielfach merklich schief zu $\dot{c}$ aus (bis etwa 4°), und zwar manche, nach dem Verlauf der Spaltrisse einheitliche Blättchen an verschiedenen Stellen nach verschiedenen Seiten, als wenn sie nach (100) verzwillingt wären (mit (010) als Klinopinakoid), aber mit ganz unregelmäßigen Grenzen beider Individuen. Noch mehr scheint für monokline Symmetrie zu sprechen, daß Blättchen von hinreichender Dünne (hellgelb) vielfach eine deutliche Dispersion der Auslöschungsrichtung dadurch verraten, daß sie beim Drehen aus der dunkelsten Stellung (im weißen Licht) sich nach links und rechts mit verschiedenen Farben aufhellen, und zwar an 8 untersuchten Blättchen derart, daß die Auslöschungsrichtung für Rot einen kleineren Winkel mit $\dot{c}$ einschließen müßte als die für Blau. Auch in den „Zwillingen" kann man öfter beobachten, daß der eine Teil sich braungelb aufhellt, wenn der andere grün wird und umgekehrt. Da indessen diese optische Orientierung nicht bei sämtlichen Blättchen

[1] Köchlin, Tscherm. Min. Mitt. 9. 28. 1887.

gefunden wurde und auch die Auslöschungsschiefe bis auf 0^0 sinkt, bin ich nicht sicher, ob die Abweichungen von rhombischer Symmetrie vielleicht auf Überlagerung hypoparalleler Individuen beruhen können; sie zeigen sich allerdings gerade nur bei den dünnsten Blättchen, wo man die größte Homogenität erwarten sollte. (Die Ätzfiguren entsprechen nach Köchlin rhombischer Holoedrie[1].)

In Natronsalpeter eingebettete Kristalle (wie vorher von Ilfeld) erfuhren bei Drucken[2] oberhalb 4300 kg/cm² Translation längs (010), und zwar // ċ, die sich auf den Endflächen durch feine Streifen senkrecht zu der ziemlich groben Kombinationsstreifung nach Flächen (h o l) bemerklich macht, während auf den Flächen der Zone ċ keine Streifung, wohl aber Fältelung zu beobachten war. Es ist also T = (010), t = [001]. Die Fältelung wurde besonders stark, als in den Preßzylinder in die Nähe des Kristalls ein keilförmiges Stahlstückchen gebracht wurde, um stärkere Druckunterschiede und Bewegungen hervorzurufen (der Stahlkeil war nachher auch stark deformiert). Derartig behandelte Kristalle zeigen auf (010) und den Säulenflächen Fältelungen und Knickungen ähnlich wie Cyanit oder gar wie Antimonglanz, auch die Endfläche ist zuweilen wellenförmig oder so ungleich verschoben, daß sie unter 45^0 zu ċ zu neigen scheint. Die Säulenflächen sind öfter stark windschief geworden durch Drillung anscheinend um ċ, wie es auch bei anderen Kristallen beobachtet ist, bei denen in der Zone von t mehrere Spaltflächen liegen.

Die Ritzbarkeit (mit Stahlnädelchen) ist nur eine geringe. Auf den natürlichen Flächen (h k o) dringt weder die parallel noch die senkrecht ċ geführte Nadel ein; auf der Spaltfläche (010) erhält man // ċ einen Ritz mit Pulver, ⊥ ċ hinterläßt die Nadel keine Spur; auf (001) // $\bar{b}$ keine Spur, // ă sehr flache Rillen, ohne Pulver[3].

[1] Manche Kristalle zeigen auf den Kristallflächen einen damastähnlichen Schimmer, und zwar in zwei zur Achse ċ anscheinend symmetrischen Orientierungen. Daß er mit den beschriebenen Abweichungen von rhombischer Symmetrie zusammenhänge, ist bei der Größe dieser Felder im Verhältnis zu den optischen kaum anzunehmen, auch tritt er nur stellenweise auf.

[2] Die Angaben über den Druck im N. Jahrb. f. Min. etc. 1920 bedürfen alle einer Berichtigung: sie müssen alle mit 0,64 multipliziert werden!

[3] Durch den Druck mit einem Stahlnädelchen kann man auf einer Tafelwage einem Gewicht von 0,5 kg bequem, von 1 kg eben noch die Wage halten; bei 1,5 kg krümmt sich die Nadelspitze, während sich ihre Spitze in den beiden andern Fällen auf eine Fläche von noch nicht 0,1 mm verbreitert; das entspricht einem Druck > 5000 bzw. > 10000 kg/cm².

Über Amphibolite aus den Südkarpaten.

Von Dr. **Aladár Vendl** und Dr. **Miklós Vendl** in Budapest.

Die von uns bis jetzt untersuchten Amphibolite stammen größtenteils aus den Comitaten Hunyad und Szeben, teilweise aber auch aus dem Comitat Krassószörény. Die bisherigen Resultate dieser Untersuchungen werden in kürzester Zusammenfassung in den folgenden Zeilen mitgeteilt. Bekanntlich treten die Amphibolite in den genannten Gebieten in den Gesteinen der Glimmerschiefer-Gruppe auf als dünnere oder etwas mächtigere Einlagerungen. Vom geomorphologischen Standpunkte aus spielen sie im allgemeinen keine große Rolle wegen ihrer kleinen Dimensionen; sie erreichen nur selten eine Mächtigkeit über 100 m. Da sie aber gewöhnlich größeren Widerstand gegen die Atmosphärilien besitzen als die Glimmerschiefer, so bilden sie oft kleinere Kuppen oder Rücken, die sehr auffallend sind.

Über die Amphibolite der Gegend von Surián hat der eine von uns eine Mitteilung veröffentlicht, aber nur ungarisch[1]. Vorliegende kurze Zusammenfassung umfaßt auch die in der eben erwähnten Publikation behandelten Amphibolite und bietet auch neuere Daten dazu, da uns seitdem neues Material (Dünnschliffe) zur Verfügung stand. Die untersuchten Amphibolite gehören den folgenden Gruppen an: 1. Plagioklasamphibolite, 2. Granatamphibolite, 3. Zoisitamphibolite, 4. Epidotamphibolite. Die Übergänge zwischen diesen Gruppen werden durch Übergangstypen vermittelt.

1. Plagioklasamphibolite.

Fein- bis grobkörnige Gesteine; Textur im allgemeinen schiefrig; manchmal aber auch ziemlich ähnlich der Erscheinungsform der massigen Gesteine, z. B. an Diorite erinnernd (Salanele 1710 m ü. d. M., in der Nähe der Quelle des Tales Valea Dobrei, zwischen Surián und Pârva, Com. Hunyad etc.). Struktur homöoblastisch, und zwar sehr oft granoblastisch, manchmal typisch „gabbroid" (zwischen Cindrel und Steflistye bei Juzba 1818 m ü. d. M., Com. Szeben usw.); seltener nematoblastisch oder lepidoblastisch durch das Auftreten von Biotit, sehr oft poikiloblastisch (Spitze von Piatra alba 2180 m ü. d. M., Com. Szeben, Stina Gilei 1274 m ü. d. M., Com. Hunyad). Granat, Zoisit und Epidot fehlend oder sehr untergeordnet.

Der Plagioklas ist mäßig basisch, meistens zwischen $Ab_{73}An_{27}$ und $Ab_{64}An_{36}$, in Xenoblasten. Zwillinge nach dem Albit-

[1] Aladár Vendl, A Surián környékének amfibolitjai. Math. és természettudományi Értesítő. 256—270. 1915.

gesetz, seltener auch Periklinzwillinge; manchmal ohne Zwillingslamellierung. Zonare Strukturen sind selten und dann invers (Stina Steaja, Com. Szeben). Der Plagioklas enthält in manchen Gesteinen Muscovit (Sericit) und Epidot als Zersetzungsprodukte. Als Einschlüsse treten Amphibol, hie und da Biotit, Magnetit, Apatit, selten Epidot und selten auch Quarz auf; das letztere Mineral manchmal auch in der Form von Adern, die eine Mächtigkeit von mehreren Zentimetern erreichen (Piatra alba). Die Amphibole erscheinen makroskopisch schwarz oder grünlichschwarz, meistens in Xenoblasten, manchmal aber sind die Konturen der Formen von $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$ zu erkennen. In den Dünnschliffen zeigen die Amphibole grünliche, selten braune Töne (in der Nähe der Quelle des Tales Valea Dobrei, zwischen Surián und Pârva 1860 m ü. d. M., Com. Hunyad, Dobrun Balandrul, Com. Szeben). Pleochroismus meistens stark, $c > b > a$. c = grün, b = gelblichgrün oder bräunlichgrün (Piatra alba), a = gelb oder grünlichgelb in verschiedenen Tönen. $c : c = 15\frac{1}{2}—22^0$. Für die braunen Amphibole sind: c = braun, b = gelblichbraun, a = gelb (Valea Dobrei). $\gamma - \alpha$ mit Babinetschem Kompensator im Na-Licht gemessen = 0,020 (Salanele), 0,021 (Stina Gilei). Manche Gesteine zeigen chloritisch umgewandelte Amphibole und in diesem Falle treten manchmal auch Epidotkörner auf. Solche Umwandlungsprodukte vertreten hie und da teilweise den Amphibol (Valea Dobrei, zwischen Surián und Pârva). Als Einschlüsse in den Amphibolen wurden beobachtet: Plagioklas, Titanit, Erze, Apatit, manchmal Biotit, Rutil, Epidot und selten Quarz (Juzba). Biotit tritt nur in gewissen Plagioklasamphiboliten auf; nur selten kommt er in größerer Menge vor (Valea Marasdiei, neben Guraro, Com. Szeben). Sein Pleochroismus ist kräftig, Achsenwinkel nahe 0^0. Auch Quarz wurde manchmal in Xenoblasten beobachtet; die Auslöschung der Quarzkörner ist ab und zu undulierend. Titanit kommt manchmal sogar reichlich (Salanele) vor. Die Körner sind gewöhnlich gelblichgrau, von elliptischer oder unregelmäßiger Form; sie treten gruppenweise oder fast schnurartig angeordnet auf und zeigen manchmal schwachen Pleochroismus: $c \geqq b > a$; c = graubräunlichgelb, b = gelblichgrau, a = blaß gelblichgrau. Hie und da enthalten sie winzige kleine Rutilkörner als Einschlüsse. Die dünnen prismatischen Idioblasten des Apatits besitzen selten noch die terminalen Konturen. Selten tritt er in größeren Quantitäten als Einschluß in den Amphibolen auf (Valea Dobrei). Magnetit erscheint teils in isometrisch ausgebildeten, teils in unregelmäßigen Körnern. Oft scheint er ziemlich viel Ti zu enthalten, worauf die Leukoxen- und Titanomorphit-Bildungen hinweisen. Vielleicht ist auch Ilmenit vorhanden. Ein seltener Gemengteil ist der Rutil (Stina Gilei, Juzba, Piatra alba etc.) in elliptischen oder länglichen, oft gebogenen Körnern. In manchen Dünnschliffen war auch der Zirkon in sehr kleinen Prismen zu konstatieren.

2. Granatamphibolite.

Die Menge des roten Granates ist sehr wechselnd; manchmal macht er mehr als die Hälfte des Gesteins (Ferencfalva, Com. Krassószörény) aus (approximativ geschätzt). Diese Gesteine sind entweder heteroblastisch (Pareul Rescoalei, Com. Hunyad, Ferencfalva) oder homöoblastisch (Gipfel des Titianul, Sebestal südl. Teu). Die Granate der heteroblastischen Gesteine bilden Porphyroblasten. Die homöoblastischen Gesteine sind entweder granoblastisch (Titianul) oder teilweise poikiloblastisch (im Graben zwischen D. Cioaca und Muncelul Birailor 1190 m ü. d. M., Com. Hunyad). Die Plagioklase sind xenoblastisch entwickelt, mit oder ohne Zwillingslamellierung, ihr Gehalt an Anorthit steigt bis An_{55}. Zonare Struktur ist selten. Die Amphibole sind grün, ähnlich den oben erwähnten. Die blaßroten Granaten enthalten reichlich Einschlüsse (Plagioklas, Amphibol, Titanit), manchmal verhältnismäßig viel Rutil (Pareul Rescoalei). Sie sind ab und zu auch idioblastisch, in Rhombdodekaedern. Die Granatporphyroblasten sind manchmal von einem Kranz von Amphibolfasern umgeben, und zwar so, daß die c-Achse der Amphibole fast senkrecht zur Oberfläche der Granaten steht, aber ohne typische Kelyphitzone (Pareul Rescoalei). Oft tritt Albit, selten auch Quarz auf. Die albitführenden Gesteine enthalten auch Zoisit (Pareul Rescoalei). Die übrigen Gemengteile verhalten sich wie oben.

3. Zoisitamphibolite.

Der Plagioklas tritt in diesen Gesteinen gewöhnlich ziemlich zurück. Die Zoisitindividuen — häufig mit gleicher Orientation — bilden kleinere, manchmal schon makroskopisch auffallende weiße Flecken (Valea Dobrei 1390 m). In anderen Gesteinen sind sie mehr gleichmäßig verteilt. Gesteinstypen, die sehr wenig Zoisit enthalten, führen teils zu den Plagioklas-, teils zu den Granatamphiboliten über (Valea Ditei, nahe der Mündung des Tales, Stina Gilei, Graben zwischen D. Cioaca und Muncelul Birailor, Pareul Rescoalei etc.).

In der Gesellschaft der auf Kosten der Plagioklase entstandenen Zoisite findet sich auch Albit. Die Struktur dieser Gesteine ist homöoblastisch, und zwar entweder granoblastisch (Valea Dobrei 1390 m ü. d. M., Com. Hunyad) oder poikiloblastisch. Außer den wasserklaren Xenoblasten von Albit erscheinen noch ziemlich basische Oligoklase (Valea Dobrei, Com. Hunyad), Oligoklas-Andesine (mittlere Strecke des Tales Valea Ditei, Com. Hunyad); der Anorthitgehalt scheint bis ca. 45 % zu steigen (Valea Ditei, nahe der Mündung des Tales). Die Plagioklase sind teilweise sericitisch umgewandelt.

Der Zoisit ist der charakteristische Gemengteil dieser Gesteine. Er scheint oft ziemlich idioblastisch entwickelt zu sein, in anderen Gesteinen ist die Form mehr oder weniger unregelmäßig, manchmal mit fast zerfetzten Konturen (Valea Ditei, nahe der Mündung; mittlere Strecke des Tales Valea Ditei etc.); farblos, in

dickeren Schnitten etwas gelblich, optisch positiv. In den Schnitten nach (100) sehr oft mit indigoblauer Interferenzfarbe, $\mathfrak{a} = \mathfrak{c}$, $\mathfrak{c} = \mathfrak{a}$, $v > \varrho$; α-Zoisit (Valea Dobrei). Die Dimensionen bleiben gewöhnlich unter 0,2 mm; nur ab und zu bis doppelt so groß (Valea Dobrei 1390 m). In der Nähe des Zoisits sind oft einige Schüppchen von Muscovit und seltener auch Quarz zu beobachten.

Der Amphibol tritt xenoblastisch entwickelt auf, manchmal sind aber die Konturen der Form $\{110\}$ erkennbar. Seine Eigenschaften sind ziemlich ähnlich denen in den oben erwähnten Gruppen; aber der Pleochroismus erscheint oft schwächer, und auch die Farben sind etwas heller, z. B. $\mathfrak{a}$ = sehr licht grünlichgelb, $\mathfrak{b}$ = licht grünlichgelb, $\mathfrak{c}$ = blaßgrün, eventuell licht grau(bläulich)-grün (mittlere Strecke des Tales Valea Ditei); $\mathfrak{c} : \mathfrak{c}$ = ca. 17—20°, $\gamma - \alpha = 0{,}019$ (Valea Dobrei 1390 m). Manchmal ist er faserig ausgebildet (Valea Ditei, nahe der Mündung). Sehr selten und spärlich ist der Biotit (Valea Ditei).

Rutil ist verhältnismäßig häufig, in kleinen elliptischen Körnern, manchmal auch in knieförmigen Zwillingen (mittlere Strecke des Tales Valea Ditei), sehr oft als Einschluß in den Amphibolen; sein Pleochroismus ist selten ganz deutlich: ε = bräunlichgelb, ω = gelb (Valea Ditei, nahe der Mündung). In einigen Handstücken sind die Aggregate von Rutilkörnern schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar (Valea Ditei, nahe der Mündung). Titanit, Apatit und Eisenerze sind auch hier nur spärlich.

4. Epidotamphibolite.

Die feinkörnigen Gruppen von Epidot sind meistens schon makroskopisch durch ihre lichtere Farbe zu erkennen. Die Epidote, wie die Zoisite der ebenerwähnten Zoisitamphibolite, müssen im allgemeinen als sekundär betrachtet werden, denn das Vorhandensein von Albit macht es sehr wahrscheinlich, daß sie durch Spaltung der Plagioklase entstanden sind, wie es gewöhnlich angenommen wird. Die Struktur dieser Gesteine ist homöoblastisch, und zwar manchmal lepidoblastisch, verursacht besonders durch den reichlichen Gehalt an Biotit (Tal Riu Mare, südlich von der Schleuse von Magura), oder granoblastisch, mit Übergängen in die diablastische Struktur (Tal Riu Mare, an der Schleuse, Sebeshelyer Gebirge, Com. Hunyad). Die sehr kleinen, wasserhellen Albite bilden Xenoblasten, ca. $Ab_{94}An_6$ (Tal Riu Mare, an der Schleuse). Als basischere Plagioklase treten xenoblastisch ausgebildete Oligoklas-Andesine bis Andesine auf, manchmal ohne Zwillingslamellierung, $Ab_{68}An_{32} - Ab_{65}An_{35}$ im Durchschnitt. $\mathfrak{c} : \mathfrak{c}$ im Amphibol erreicht manchmal 26°.

Die Epidote treten gewöhnlich gruppenweise oder aber in dünnen Schichten auf, sie sind xenoblastisch, höchstens mit Spuren von regelmäßigen Konturen. Die Spaltung nach (001) ist öfters sehr gut, nach (100) selten und schwächer. Pleochroismus schwach:

$c > b > a$, a = sehr blaßgelb, b = blaßgelb, c = gelb; $c : a = 3°$, $a : c$ = ca. $28°$. Optischer Charakter negativ (Schleuse im Tal Magura) oder positiv. Einige Amphibolite enthalten sehr viel Epidot (Piatra Tomnatecului 1272 m ü. d. M., Com. Hunyad). Neben diesen pistacitartigen Epidoten erscheint auch der Klinozoisit, manchmal sogar in ziemlich großer Menge (Globucetul, südlich 2027 m ü. d. M., Com. Hunyad). Die Unterscheidung der beiden Arten vom Epidot ist nicht scharf durchführbar, denn sie erscheinen in isomorphen Übergängen nebeneinander; auf Grund der fleckigen Interferenzfarben läßt sich sogar innerhalb eines einzigen Individuums eine Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung vermuten.

Der Biotit ist manchmal ziemlich reichlich (südlich Schleuse Magura) in Xenoblasten, selten etwas idioblastisch, hie und da etwas chloritisiert. Achsenwinkel sehr klein, fast $0°$, $\varrho > v$, negativ. Pleochroismus stark: a = licht strohgelb oder licht graugelb, $b = c$ = dunkelbraun bis graubraun. In einem Epidotamphibolit fanden sich auch licht rosafarbene spärliche Granaten vor (südlich Schleuse Magura). Nach der mineralogischen Zusammensetzung sind diese Gesteine als Übergänge in die Gruppe der Granatamphibolite zu betrachten.

Titanit, stellenweise ziemlich reichlich in rundlichen oder elliptischen graugelben Körnern, führt oft Rutil als Einschluß. Dieser ist sonst ziemlich selten. Das Auftreten von Eisenerzen, Apatit und Zirkon gibt keinen besonderen Anlaß zu Bemerkungen.

Über die Amphibolite aus den erwähnten Gegenden der Südkarpaten stehen uns bis jetzt die folgenden Analysen zur Verfügung:

1. Plagioklasamphibolit, Salanele 1710 m ü. d. M., Com. Hunyad:

	%	Mol.-%
SiO_2	48,07	52,67
TiO_2	1,43	1,18
Al_2O_3	19,00	12,25
Fe_2O_3	2,94	11,22
FeO	9,64	
MnO	0,13	0,12
CaO	10,55	12,39
MgO	4,11	6,75
K_2O	0,36	0,25
Na_2O	2,99	3,17
P_2O_5	0,89	
Glühverl.	0,51	
Summe	100,62	

Die Werte nach Osann-Grubenmann:

s	53,85
A	3,42
C	8,83
F	21,65
M	3,56
T	0,00
K	0,90

Anal.: Dr. K. Emszt.

2. Granatamphibolit, zwischen D. Cioaca und Muncelul Birailor im Graben 1190 m ü. d. M., Com. Hunyad; das Gestein enthält auch Zoisit, aber nur sehr untergeordnet:

	%	Mol.-%	
SiO_2	46,32	50,37	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	0,93	0,76	
Al_2O_3	21,89	14,07	s 51,13
Fe_2O_3	2,76	5,61	A 3,93
FeO	3,78		C 10,14
CaO	10,59	12,34	F 20,73
MgO	7,92	12,92	M 2,20
K_2O	1,19	0,82	T 0,00
Na_2O	2,96	3,11	K 0,79
H_2O (— 110° C)	0,11		
Glühverl. (+ 110° C)	2,30		
Summe . .	100,75		Anal.: Zs. Szinyei-Merse.

3. Granatamphibolit, Ferencfalva, Com. Krassószörény, enthält sehr viel Granat, ziemlich zersetzten, stark chloritisierten Amphibol (viel Wasser!):

	%	Mol.-%	
SiO_2	43,61	51,06	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	1,56	1,37	
Al_2O_3	18,95	13,05	s 52,43
Fe_2O_3	3,50	13,03	A 1,58
FeO	10,21		C 11,75
MnO	0,23	0,22	F 21,47
CaO	11,73	14,72	M 2,97
MgO	2,99	5,25	T 0,00
K_2O	0,55	0,41	K 0,99
Na_2O	1,18	1,17	
P_2O_5	0,25		
H_2O (110° C)	1,74		
Glühverl.	3,36		
Summe . .	99,87		Anal.: Dr. A. Vendl.

4. Granatamphibolit, Pareul Rescoalei, Com. Hunyad, enthält wenig Zoisit:

	%	Mol.-%	
SiO_2	47,65	50,64	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	0,63	0,51	
Al_2O_3	19,33	12,09	s 51,15
Fe_2O_3	1,57	9,83	A 2,69
FeO	9,63		C 9,40
MnO	0,12	0,10	F 24,66
CaO	10,67	12,16	M 2,76
MgO	7,55	11,98	T 0,00
K_2O	0,22	0,14	K 0,85
Na_2O	2,47	2,55	
P_2O_5	0,42		
Glühverl.	0,68		
Summe . .	100,94		Anal.: Dr. K. Emszt.

5. Plagioklasamphibolit, Valea Ditei, nahe der Mündung in den Tajafluß, Com. Hunyad, mit wenig Zoisit:

	%	Mol.-%	
SiO_2	50,31	54,92	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	1,05	0,86	
Al_2O_3	14,49	9,31	s 55,78
Fe_2O_3	3,83	11,62	A 5,21
FeO	9,33		C 4,10
MnO	Spur	—	F 25,60
CaO	7,73	9,04	M 4,94
MgO	5,52	9,04	T 0,00
K_2O	1,58	1,10	K 0,86
Na_2O	3,89	4,11	
H_2O (110° C)	0,05		
Glühverl.	1,87		
Summe	99,65		Anal.: Zs. Szinyei-Merse.

6. Plagioklasamphibolit, südlich Stina Gilei, 1274 m ü. d. M., Com. Hunyad; enthält ziemlich viel Zoisit und nimmt daher eine Mittelstellung zwischen Plagioklas- und Zoisitamphibolit ein:

	%	Mol.-%	
SiO_2	51,01	52,68	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	1,38	1,07	
Al_2O_3	15,39	9,35	s 53,75
Fe_2O_3	0,98	9,34	A 2,44
FeO	9,97		C 6,91
CaO	11,23	12,42	F 27,55
MgO	8,20	12,70	M 5,51
K_2O	0,90	0,59	T 0,00
Na_2O	1,85	1,85	K 0,95
H_2O (110° C)	0,04		
Glühverl.	0,70		
Summe	101,65		Anal.: Zs. Szinyei-Merse.

7. Zoisitamphibolit, Valea Dobrei, Com. Hunyad.

	%	Mol.-%	
SiO_2	45,40	48,14	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	0,75	0,61	
Al_2O_3	15,57	9,72	s 48,75
Fe_2O_3	1,90	9,00	A 2,38
FeO	8,41		C 7,34
MnO	0,22	0,18	F 31,81
CaO	12,21	13,87	M 6,53
MgO	10,14	16,10	T 0,00
K_2O	0,68	0,46	K 0,80
Na_2O	1,87	1,92	
P_2O_5	1,01		
Glühverl.	1,38		
Summe	99,54		Anal.: Dr. K. Emszt.

8. Zoisitamphibolit, Valea Ditei, mittlere Strecke, Com. Hunyad:

	%	Mol.-%	
SiO_2	50,30	51,04	Die Werte nach Osann-Grubenmann:
TiO_2	0,22	0,17	
Al_2O_3	14,02	8,37	s 51,21
Fe_2O_3	1,18	8,83	A 1,43
FeO	9,32		C 6,94
MnO	0,21	0,19	F 32,05
CaO	12,75	13,87	M 6,93
MgO	10,62	16,10	T 0,00
K_2O	0,41	0,26	K 0,80
Na_2O	1,18	1,17	
P_2O_5	0,34		
Glühverl.	0,15		
Summe	100,70		Anal.: Dr. K. Emszt.

Wie aus den Werten nach Osann-Grubenmann ersichtlich, sind diese Amphibolite typische Vertreter der IV. Gruppe im System von Grubenmann. Grubenmann gibt als Mittelwerte dieser Gruppe an: s = 53, A = 3,9, C = 5,8, F = 29,9, M = 6,9, T = 0, K = 0,8. Betrachten wir die aus den mitgeteilten Analysen berechneten Werte nach Osann-Grubenmann, so finden wir, daß die Werte von F und auch von M auffallend groß sind in der Gruppe der Zoisitamphibolite. Ein Verhalten, das in einem Falle bekanntlich schon durch Frl. L. Hezner konstatiert wurde. Fußend auf einigen Analysen der Amphibolite aus den Südkarpaten, hat der eine von uns beiden eine größere Anzahl von Analysen aus der Literatur in diesem Sinn umgerechnet und fand, daß die meisten Zoisit- und auch Epidotamphibolite dieselbe Tendenz zeigen, nämlich: die Basizität der Zoisitamphibolite und Epidotamphibolite scheint meistens größer zu sein als bei den Amphiboliten ohne Zoisit oder Epidot. Eine Grenze läßt sich natürlich nicht ziehen. Die Zoisit- resp. Epidotamphibolite enthalten in größerer Menge die Oxyde der zweiwertigen Metalle, daher der hohe Wert von F. Sie zeigen oft auch einen höheren Gehalt an Al_2O_3, dadurch wird auch der Wert von M oft etwas höher. Amphibolite, welche wenig Zoisit oder Epidot führen, vermitteln den Übergang.

Als Grundlage zu diesen Umrechnungen dienten 53 ausgewählte zuverlässige Analysen von typischen Amphiboliten aus der Literatur, und es ergaben sich folgende Mittelwerte:

I. Amphibolite ohne Zoisit. Epidot			II. Amphibolite mit Zoisit, Epidot		
s	54,48	(44,08—64,44)[1]	s	50,94	(48,08—55,42)
A	4,19	(1,59— 9,75)	A	3,30	(0,72— 5,42)
C	6,54	(1,44—11,29)	C	5,63	(3,02— 9,03)
F	24,01	(8,47—28,73)	F	31,24	(29,22—34,70)
M	3,94	(0,52— 7,41)	M	6,41	(3,02—10,53)
T	0,00		T	0,00	
K	0,89	(0,79— 1,06)	K	0,80	(0,65— 0,96)

[1] Die in Klammern angegebenen Zahlen sind Grenzwerte.

Die Analysen der Amphibolite aus den Südkarpaten zeigen auch diesen Unterschied:

Ohne Zoisit (sehr wenig Zoisit):

	s	A	C	F	M	T	K
1	53,85	3,42	8,83	21,65	3,56	0,00	0,90
2	51,13	3,93	10,14	20,73	2,20	0,00	0,79
3	52,43	1,58	11,75	21,47	2,97	0,00	0,99

Mit wenig Zoisit:

	s	A	C	F	M	T	K
4	51,15	2,69	9,40	24,66	2,76	0,00	0,85
5	55,78	5,21	4,10	25,60	4,94	0,00	0,86
6	53,75	2,44	6,91	27,55	5,51	0,00	0,95

Zoisitamphibolite:

	s	A	C	F	M	T	K
7	48,75	2,38	7,34	31,81	6,53	0,00	0,80
8	51,21	1,43	6,94	32,05	6,93	0,00	0,80

Das Magnesitvorkommen im Kaswassergraben bei Großreifling.

Von **Felix Machatschki** in Graz.

Mit 1 Textfigur.

In den Ostalpen sind eine Reihe von Magnesitvorkommen bekannt, die entweder in spätiger Form, wie z. B. bei St. Ehrhard im Breitenauer Tale, oder in Form des Pinolithes, so in der Sunk in Obersteiermark, entwickelt sind. Von diesen vielfach technisch ausgebeuteten Vorkommen unterscheidet sich ein erst jüngst von Herrn Bergdirektor Hofrat Hugo Rottleutner aufgedecktes ganz wesentlich. Es liegt in Obersteiermark nördlich des Tamischbachturmes und ist von der Station Großreifling im Ennstale aus am leichtesten erreichbar.

Herr Hofrat Rottleutner, der mir in liebenswürdiger Weise dieses Vorkommen zur Bearbeitung überließ, gibt über das Gelände folgende Schilderung:

„Wenn man vom Tamischbachgraben aus 1800 m südwestlich von der ‚Hackenschmiede' dem Laufe des Kaswassers, eines Wildbaches im Graben gleichen Namens, in westlicher Richtung folgt, stößt man dort, wo die den Kaswassergraben im Norden abriegelnde Steilwand die Bachsohle schneidet, auf stark bituminöse Kalkschichten, die weiter aufwärts wieder grobem Gerölle von dunklem,

weißgeadertem Kalke Platz machen. In diesem Gerölle treten grabenaufwärts immer häufiger große Stücke von Gips und Rollstücke lebhaft gefärbter Werfener Schiefer und Quarzite auf. Verläßt man an einer Stelle, an welcher sich die Gipsstücke besonders häufen, in der Seehöhe von etwa 780 m das Bett des Wildbaches, so kann man nahe dem nördlichen Bachufer über einer schwachen Quelle anstehende Gipsmassen erblicken, die an der Gehängerippe aufwärts in einer Reihe von Röschen bis zur Höhe von etwa 825 m verfolgt wurden. Der Gips ist in den bloßgelegten Köpfen zu oberst in der Regel reinweiß, geht aber gegen die Tiefe zu rasch in ein Netzwerk über, das sich in kubisch zerspaltenen Dolomit verliert. Die einzelnen Gipskörper sind seitlich von einem an der Oberfläche gelblichen, in der Tiefe grünlichen oder violetten Tone, der eckige Trümmer von Werfener Schiefer enthält, umhüllt und enthalten in Klüften und Runsen meist ein rotbraunes Gemenge von feinen Gipsnadeln, Eisenoxyden und Eisenoxydhydraten.

Wenn man der Gehängerippe weiter nach aufwärts folgt, stößt man von 830 m Seehöhe an auf Bruchstücke eines licht- bis dunkelbraunen, grobkristallinischen Magnesites, den man dann zwischen 850 und 900 m Seehöhe mit dem Gehänge streichend, aber steiler als dieses verflachend, fest anstehen sieht.

Am schönsten entwickelt ist die Lagerstätte unterhalb einer Gehängenase, die eine Holzknechthütte [1] trägt. Daselbst bildet das Vorkommen eine 4 m mächtige Bank, die durch mehrere parallele Klüftchen nach Art der Gangklüfte in einige steile Platten gegliedert ist und ausschließlich aus großen Kristallen besteht, während es weiter gegen Südwest ein mehr feinkörniges Gefüge zeigt. Die Auflagefläche der Magnesitbänke ist noch nicht sicher klargestellt: In der mittleren Höhe des Vorkommens folgt am Nordost-Ausgehenden dem Magnesite zunächst eine Schichte magnesitischen, feinen Gruses, dann konkordant mit dem Magnesite nach Stunde 8 unter 10 Grad einfallend etwas bituminöser, deutlich geschichteter Dolomit. Jenseits der Holzknechthütte scheint dem Magnesite aber wieder das Zerstörungsprodukt des Werfener Schiefers unterlagert zu sein. Der Magnesit fällt im obersten Teile steil unter 60 Grad Neigung, tiefer gegen die Grabensohle unter 42 Grad, an der untersten Stelle der erzielten Aufschlüsse aber wieder unter 60 Grad gegen Südost, also im allgemeinen steiler ein als das Gehänge, dessen durchschnittliche Neigung etwa 30 Grad beträgt. Der Magnesit scheint also im Liegenden des Gipses aufzutreten, seine Erstreckung im Streichenden ist jedoch im Gegensatze zu den Gipskegeln und -zähnen, die weit gegen Nordwest im Kaswassergraben verfolgbar sind, eine recht beschränkte. Guttensteiner Kalk in seiner charakteristischen Ausbildung steht nordöstlich vom Ausgehenden des

[1] Diese Holzknechthütte ist im heurigen Sommer eingefallen.

Magnesites an. Das Vorkommen liegt daher entweder innerhalb der Werfener Schichten selbst oder an der Grenze derselben. Ich kann allerdings nicht verhehlen, daß, da der Schichtenkomplex leer oder doch sehr arm an Versteinerungen ist, die Möglichkeit vorliegt, daß er noch einmal auf Grund von Petrefaktenfunden in ein älteres Niveau wird eingereiht werden müssen."

Dieses Magnesitvorkommen ist mit dem von H. Baron v. Foullon[1] beschriebenen nicht ident, obwohl die Geländebeschreibung nach dem zitierten Berichte von Dr. A. Bittner keinen Zweifel darüber aufkommen läßt, daß der Fundort der Foullon'schen Kristalle von dem durch Hofrat Rottleutner aufgedeckten nicht weit entfernt sein kann. Denn die Paragenese beider Vorkommen ist gänzlich verschieden. Die Foullon'schen Kristalle lagen im Gips oder waren auf Gips aufgewachsen. Sie waren selten farblos, meist schwarz oder rauchbraun und zonar aufgebaut. Ihre Größe war gering. Sie wurden höchstens haselnußgroß, meist aber erreichten sie nur eine Länge von 2 mm. Sie stellten Kombinationen des Prismas mit einer warzigen Basis dar und die Prismenflächen waren unregelmäßig vertieft und nicht tautozonal. Den Rhomboederwinkel bestimmte Foullon an Spaltstücken mit $72^0 44\frac{1}{2}'$, an natürlichen Kristallen zu $73^0 3'$ und den Winkel zwischen Rhomboeder und Prisma mit $53^0 26'$.

Vor kurzem ist es nun Herrn Hofrat Rottleutner tatsächlich gelungen, wenige 100 m von dem zu beschreibenden Magnesitvorkommen entfernt und in etwas größerer Höhe Magnesitkristalle zu finden, die mit den von Foullon beschriebenen sowohl morphologisch als auch in ihrem Vorkommen in Gips übereinstimmen.

Das neue Magnesitvorkommen bildet der Hauptsache nach einen mächtigen, parallelepipedisch zerklüfteten Magnesitstock, der aus einem regellosen Haufwerk von teilweise in Dolomit eingebetteten, großen, schlecht entwickelten, dunkelrauchgrauen bis fast schwarzen, seltener trüb gelblichweißen Kristallen besteht, die dort, wo ihrer Ausbildung nichts im Wege stand, also an der Oberfläche oder in Hohlräumen der ganzen Masse, große, linsenförmige, 6seitige Kurzsäulen mit konvexer Basis und konkaven Prismenflächen zeigen (Fig. 1); diese Kurzsäulen erreichen bei einer Höhe von 1 cm einen Durchmesser bis zu 5 cm (Fig. 1 a u. b) und zeigen im Gegensatze zu den meist glatten, glänzenden Prismenflächen eine rauhe, glanzlose Basis[2]. Neben diesen großen Kristallen (1. Generation) treten als Umwachsung der großen ähnliche, aber kleinere und hellere und außerdem gelegentlich auch als Auskleidung von Hohlräumen zwischen den großen Kristallen

[1] Verhandl. k. k. geol. Reichsanst. 1884. p. 334—335.

[2] Die schönsten Stücke befinden sich in der Sammlung des Herrn Hofrat Rottleutner.

sehr regelmäßig ausgebildete, säulenförmige Magnesitkristalle (2. Generation) auf, deren Basisdurchmesser bei einer Länge des Kristalles von höchstens 8 mm im besten Falle 4 mm beträgt. Doch sind so große Individuen Ausnahmefälle. Meist haben die Kriställchen nur 1 mm Durchmesser und 1—5 mm Länge. Sie unterscheiden sich von den zuerst erwähnten großen Kristallen dadurch, daß sie fast glashell sind und, von der Basis abgesehen, sehr glatte, ebene Flächen zeigen.

Fig. 1 a—c. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

An einem Rhomboeder, der aus einem der großen linsenförmigen Kristalle der 1. Generation herausgespalten worden war, ergab die goniometrische Messung des Spaltwinkels im Mittel den Wert von $72^0 25\frac{1}{2}'$ bei Schwankungen von $-1\frac{1}{2}'$ bis $+1\frac{1}{2}'$, wenn man aus der großen Anzahl der vorhandenen Signale die schärfsten in Betracht zog. Als extreme Werte aus den minder guten Signalen erhielt ich $72^0 14\frac{1}{2}'$ bei Schwankungen von $-3\frac{1}{2}'$ bis $+3\frac{1}{2}'$ als Minimum, $72^0 47'$ im Mittel als Maximum. Der Spaltwinkel erwies sich also jedenfalls kleiner, als er für den Magnesit angegeben wird[1]. Dieselben Werte fand ich auch an Spaltstücken aus der

[1] Kokscharow fand $72^0 36\frac{1}{3}'$.

undeutlich kristallisierten Hauptmasse und an Spaltrhomboedern aus den farblosen, langsäulenförmigen Kriställchen der 2. Generation. Hier war $rr' = 72^0 26'$.

Die Basisfläche der großen linsenförmigen Kristalle ist gewölbt und fast überall mit den kleinen, flachen Kriställchen der 2. Generation besetzt, die meist lückenlos aneinanderschließen und die Fläche wie parquettiert erscheinen lassen (Fig. 1 a). Ihre Hauptachse steht senkrecht auf der darunterliegenden Fläche, und da diese gekrümmt ist, so nehmen sie zueinander und zum Mutterkristall eine hypoparallele Stellung ein. Diese führt dann am Rande zu den hohlkehlenartig krummen Prismenflächen, die besonders deutlich in Fig. 1 c bei h sichtbar sind. Gelegentlich sind aber die dadurch hervorgerufenen Krümmungen und Unebenheiten der Prismenflächen durch neuen Substanzansatz wieder vollständig ausgeheilt und an Stelle der konkaven Flächen erscheinen nun spiegelglatte, fast ebene Kristallflächen, wie ebenfalls aus Fig. 1 c (bei g) zu entnehmen ist.

Die Ansicht, daß die hypoparallele Stellung der auf dem alten Mutterkristall aufsitzenden Individuen der 2. Generation die Hohlkehlbildung am Prisma verursacht, wird durch die Beobachtungen an einem Dünnschliffe, der ungefähr parallel zur c-Achse durch einen großen Kristall gemacht wurde, belegt. Der Dünnschliff zeigt einen dunklen Kern — den Mutterkristall —, der von einer klareren, hellen Zone umschlossen ist, die der 2. Generation angehört. Die Spaltung nach dem Grundrhomboeder ist im ganzen Schliffe deutlich sichtbar. Bei flüchtiger Beobachtung scheint es, als ob die Spaltrisse zwei sich unter dem Rhomboederwinkel schneidenden Systemen von parallelen Rissen angehörten. Genauere Messungen ergaben aber, daß der spitze Winkel, den die eine Rhomboederspaltung mit einer am Rande sichtbaren Kante einschließt, vom Rande gegen die Mitte der Basisfläche hin einerseits und gegen das Zentrum des Kristalles hin andererseits wächst, und zwar ergaben die Messungen am nicht genau orientierten Schliffe für diesen Winkel Werte, die von ca. 54^0 allmählich auf 64^0, bezw. auf 71^0 anstiegen. Im Inneren des Kristalles aber, bald nach dem Übergange aus der hellen Zone in den dunklen Kern, blieben die Spaltrisse wirklich parallel.

Die frei in den Drusenräumen entwickelten Magnesitkriställchen der 2. Generation zeigen meist nur die 6 Prismenflächen und die rauhe, körnige Basis. Sie stimmen bezüglich der letzteren sowie auch in der Größe mit den von Foullon beschriebenen überein. Die Prismenflächen aber sind hier sehr regelmäßig ausgebildet, spiegelglatt, liegen mit ganz geringen Abweichungen tautozonal und geben sehr scharfe Signale. Das Anspalten eines solchen Säulchens ergab zwischen dem Deuteroprisma $(11\bar{2}0)$ und dem Spaltungsrhomboeder $(10\bar{1}1)$ im Mittel einen Winkel von $53^0 47'$, was einem Rhomboeder-

winkel von $72^0\,26'$ entspricht, der also etwas kleiner als der von Foullon beobachtete ist.

An einem Kriställchen waren auch einige Flächen eines Rhomboeders zu beobachten, die die Ecke zwischen je 2 Prismenflächen und der Basis abstumpften. Da $mr' = 40^0\,16'$ war, müssen diese Flächen eine steilere Lage als der Grundrhomboeder einnehmen; leider konnte bei der Kleinheit des betreffenden Kristalles keine Spaltung hergestellt werden, und es war daher auch nicht möglich zu entscheiden, ob es sich um den Rhomboeder (2021)[1] oder (2021) handelt.

Das spezifische Gewicht des Magnesites, bestimmt an einem großen Kristall von 9,4325 g Gewicht mit Hilfe der hydrostatischen Wage, ergab sich mit $s = 3{,}056$.

Zur chemischen Analyse wählte ich eine Probe aus den an den Dolomit anstoßenden dunklen Partien des Magnesites aus, hauptsächlich um ihn auf den Gehalt an $CaCO_3$ zu prüfen. Bei einer in HCl gelösten Ausgangsmenge von 0,9181 g bei 100^0 getrockneten Magnesites erhielt ich folgende Resultate:

	CaO 0.0119 g =	1,30 %,	entsprechend	2,32 % $CaCO_3$
$Mg_2P_2O_7$ 1.1009 g = MgO	0,3990 g =	43,46 „	„	90,84 „ $MgCO_3$
Fe_2O_3 0.0310 g = FeO	0,0279 g =	3,04 „	„	4.90 „ $FeCO_3$
Mn_3O_4 0.0066 g = MnO	0.0062 g =	0.67 „	„	1,09 „ $MnCO_3$
In Salzsäure unlöslich	0,0078 g =	0,85 „		0,85 „
Abgang ($CO_2 + H_2O$)	=	50,68 „		—
		100,00 %		100.00 %

Oberflächlich zeigte diese Partie eine nahezu schwarze Färbung, die wohl auf die Oxydation des Mangans zurückzuführen ist.

Eine zweite Probe von 0,8274 g ergab bei einem in HCl unlöslichen Rückstande von 0,0029 g = 0,35 % durch Titration einen FeO-Gehalt von nur 0,0107 g = 1,29 %; diese Probe wurde durch Pulverisieren eines reineren, großen Kristalles erhalten. Der Vergleich der beiden Resultate bezüglich des Eisengehaltes legt den Gedanken nahe, den hohen Eisengehalt bei der ersten Analyse vielleicht dadurch zu erklären, daß man ihn auf Rechnung von Eisenhydroxyd zu setzen hat, das sich infolge der Zersetzung durch die Atmosphärilien in den Rissen bildete. Der Kalkgehalt ist nicht größer, als er auch sonst oft in normalen Magnesiten gefunden wird.

Neben den Handstücken, die nur aus Magnesit bestehen, erhielt ich auch solche, in denen der Magnesit Gänge in dunkelgrauem, feinkörnigem Dolomit bildet. Eine Analyse, die von Frl. G. Martiny im hiesigen Institute ausgeführt wurde, ergab für den Dolomit folgende Zusammensetzung:

[1] Bisher am Magnesit noch nicht beobachtet.

SiO_2	1,33 %		
Al_2O_3	0.34 „		
Fe_2O_3	1,22 „		
CaO	29,66 „	Mol.-Quot.	= 0,529
MgO	19,89 „	„	= 0.493
Glühverlust	47,13 „		
	99,57 %		

Zur Analyse wurde lufttrockene Substanz verwendet. Vom Glühverlust entfallen 44,94 % auf CO_2, gebunden an CaO und MgO, der Rest von 2,19 % dürfte sich auf CO_2, gebunden an FeO (auf alles Eisen, als FeO genommen, berechnet sich 0,66 % CO_2) und auf Wasser verteilen. Die Molekularquotienten 0,529 und 0,493 für CaO und MgO zeigen, daß es sich um einen nahezu normalen Dolomit handelt, der nach dem Kieselsäuregehalt und dem Gehalte an Tonerde und Eisen als mit geringen Mengen von Silikaten verunreinigt anzusehen ist.

Die Stücke, die den Magnesit gangartig im Dolomit entwickelt zeigen, sind deshalb bemerkenswert, weil sie Fingerzeige für die Genese dieses Magnesitvorkommens geben, die in mancher Hinsicht der von Redlich im Jahre 1909[1] aufgestellten Hypothese über die Bildung des Magnesites vom Typus Veitsch zu entsprechen scheint. Nach Redlich sind die Magnesite vom genannten Typus metamorph über Dolomit als Zwischenglied durch das Eindringen von Wässern, die Magnesiabicarbonate in Lösung enthielten, in Massen von Calciumcarbonat entstanden. Durch die Erkenntnis des Umstandes, daß sich in der Natur nur Kalke mit geringem Mg-Gehalte und Magnesite mit geringem Ca-Gehalte finden, während sonst die Zwischenglieder zwischen beiden Salzen mit Ausnahme der normalen Dolomite fehlen, wurde Redlich später (l. c. 1913. p. 90 ff.) bewogen, die Umwandlung des Dolomites in Magnesit in der Natur als unwahrscheinlich hinzustellen, obwohl durch Versuche von F. W. Pfaff und C. Klement die Existenzmöglichkeit von Mischsalzen zwischen Calcit, Dolomit und Magnesit bewiesen zu sein schien, allerdings unter anderen Bedingungen als den bei der Bildung des natürlichen Magnesites wahrscheinlich gegebenen.

Hier aber liegt doch ein Vorkommen vor, das der zuerst erwähnten Ansicht Redlich's, die er ja selbst auch später nicht völlig von der Hand weist, Rückhalt zu geben scheint. Als Beleg hierfür dienen die zuletzt erwähnten Stücke: Sie zeigen deutlich, daß der Magnesit von Rissen im Dolomite aus in den letzteren hineingewachsen ist, so daß die besser entwickelten Kristallenden vom Risse weg nach außen gekehrt sind. Es liegen auch Stücke vor, an denen der restliche Dolomit völlig weggelöst ist. Hier stoßen zwei Schichten von Magnesitkristallaggregaten in einer oft

[1] Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909. p. 300 ff.

scharf winkelig gebogenen Naht — dem ursprünglichen Risse in der Dolomitmasse — zusammen und kehren ihre frei entwickelten Enden voneinander ab. Auch an der Oberfläche des Stockes, wo durch die atmosphärischen Wässer der Dolomit gelöst und fortgespült wurde, müssen die gegen den Dolomit hin frei entwickelten Magnesitkristalle bloßgelegt worden sein und diese bilden so die eingangs erwähnten Drusen, wie Fig. 1 c eine solche zeigt. Die Umwachsung dieser ersten ursprünglichen Magnesitgeneration durch die jüngere zweite Generation konnte erst nach dem Weglösen des Dolomites erfolgt sein, wie die kleinen, klaren Kriställchen in den Hohlräumen beweisen. Aus all dem folgt für die Genese dieses Magnesitvorkommens, daß Lösungen von Magnesiasalzen in die den Dolomit durchziehenden Klüfte eingedrungen sind und die Umbildung des Dolomites in Magnesit durch Auslaugung des leichter löslichen Calciumcarbonates von diesen Klüften aus eingeleitet haben, so daß die Kristallenden von diesen Klüften weg gegen den Dolomit gerichtet sein müssen.

Der für die gute Ausbildung der Magnesitkristalle im Inneren des Stockes nötig gewesene Raum dürfte z. T. wenigstens dadurch geliefert worden sein, daß sich die Molekularvolumina des verdrängten und des verdrängenden Carbonates ganz beträchtlich unterscheiden. Bei Dolomit nämlich beträgt das Molekularvolumen je nach dem spezifischen Gewichte 31,26—32,36, beim Magnesite 27,21—29,09, im vorliegenden Falle, wo das spezifische Gewicht des Magnesites 3,056 ist, 27,61. Es ist also in jedem Falle beim Magnesite beträchtlich kleiner als beim Dolomit.

Welche Magnesiasalze nun die Umwandlung hervorgerufen haben, ist nicht festzustellen. Doch das Vorkommen von Gips in unmittelbarer Nähe des Magnesites, dann die von Foullon beschriebenen, von Hofrat Rottleutner wieder aufgefundenen Stücke aus der nächsten Umgebung, die den Magnesit im Gips eingewachsen oder ihm aufgewachsen zeigen, legen den Gedanken nahe, daß es vielleicht Lösungen waren, die mit den triadischen Salzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen in Beziehung standen. Dies erscheint um so wahrscheinlicher, als ja Magnesiasalze diesen Lagerstätten nicht fremd sind.

Für die vielen freundlichen Ratschläge, die mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Hofrat Prof. Dr. Rudolf Scharizer, bei der Arbeit erteilt hat, spreche ich an dieser Stelle den ergebensten Dank aus.

Min.-petr. Institut der Universität Graz, im Juli 1921.

Stratigraphische Ergebnisse von Niedermayers Reise durch Persien.

Vorläufige Mitteilung.

Von **L. Krumbeck** in Erlangen.

Mit 1 Textbeilage.

In den nachstehenden Bemerkungen nebst Tabelle beabsichtige ich den Fachgenossen wenigstens eine kurze Übersicht über die stratigraphischen Ergebnisse der Reise zu geben, die der damalige Leutnant, spätere Generalstabshauptmann O. v. Niedermayer in den Jahren 1912 und 1913 durch weite Gebiete Persiens ausgeführt hat. Ich halte das für um so erwünschter, als meine Bearbeitung des stratigraphischen Materiales noch längst nicht abgeschlossen ist, und demgemäß der von Niedermayer und mir gemeinsam auszuführende geologische Teil der Arbeit noch kaum in Angriff genommen wurde. Für die Tiefengesteine, Eruptiva und kristallinen Schiefer war Herr Prof. Lenk so gütig, uns einen Beitrag zuzusichern.

Das Unternehmen Niedermayer's hatte neben geologischen auch geographische, kunsthistorische und sprachliche Forschungen im Auge. Es hat in geographischer Hinsicht, um nur dies zu berühren, wie Niedermayer's kürzlich erschienene Abhandlung „Die Binnenbecken des Iranischen Hochlandes“ [1] zeigt, zu wertvollen Ergebnissen geführt. Aber der Schwerpunkt seiner Erfolge beruht, wie schon die Tabelle erkennen läßt, auf geologischem Gebiet, zumal auch ein wesentlicher Teil der genannten Schrift sich mit geologischen Dingen beschäftigt. Was Niedermayer trotz verhältnismäßig geringer Vorbereitung durch Umsicht und Tatkraft, mit offenem Auge und ernstem Sichversenken in die Natur für unsere Wissenschaft geleistet hat, ist des höchsten Lobes würdig. Es ist mir eine besondere Ehre, ihm dafür in unser aller Namen zu danken. Nicht minder befriedigt es mich, ihm für das Recht der Bearbeitung des sehr wertvollen, von ihm gesammelten Materiales und für dessen Überweisung an das Erlanger Institut zugleich im Namen von Prof. Lenk den wärmsten Dank auszusprechen.

Bedenkt man, was von Niedermayer in Persien trotz der großen, aus der Natur des Landes und seinen wirtschaftlichen, religiösen und politischen Verhältnissen erwachsenden Schwierigkeiten in vergleichsweise kurzer Zeit und im wesentlichen doch in extenso erreicht worden ist, so erhält man einen Begriff davon, welch reiche Forschungsquellen dem Geologen dort vorbehalten sind.

Auf Grund des vor der Reise von uns ausgearbeiteten Planes zerfiel der geologische Teil von Niedermayer's Unternehmen in eine

[1] Diss. München. 1920.

Anzahl örtlich und zeitlich begrenzter Abschnitte. Zunächst galt es von Tähran[1] (Teheran) aus der Erforschung einzelner Gebirgsgruppen wie Schahabdulasim-Berge, Sepaieh-Gebirge, Arākuh u. a. Daran schloß sich der Marsch nach Firuskuh und quer durch den östlichen Elburs über Nika nach Asterabad. Von dort ging es ostwärts schräg über die Ausläufer des Elburs, über die Isfarain-Ebene, den Dschagatai und Binalud nach Mäschhäd, dem Mekka der Schiiten. Ein von dort aus eingeleiteter Vorstoß an die afghanisch-turkestänische Grenze (Härirud-Fluß) kreuzte sich mit früher von Bogdanowitsch betretenen Pfaden. Der Weitermarsch nach Südwesten führte über einen großen Teil der zwischen dem Hochgebirge und der großen Kähwir gelegenen Bergketten, und nachdem jene zwischen Halwun und Chur durchschritten war, auf der Karawanenstraße über Anarek nach Isfahan. In den bisher erwähnten Teilen von Chorassan und Kuhistan liegen die wertvollsten der von Niedermayer gemachten stratigraphischen Funde: ozeanische Trias und eine anscheinend vollständige Vertretung der oberen Unterkreide in der Lamellibranchiaten- und Brachiopodenfazies. Von Isfahan ritt Niedermayer auf der alten Straße an Pasargadä und Persepolis vorbei nach Schiras und hinab zum Persergolf.

Bevor ich im folgenden zur Ergänzung der Tabelle mit wenigen Worten auf die wichtigsten der Ergebnisse hinweise, welche sie für die Stratigraphie von Persien aufweist, lohnt es sich vielleicht, auf die bisherige stratigraphische Forschungsgeschichte des Landes[2] einen zusammenfassenden Blick zu werfen. Was Niedermayer Neues entdeckt hat, wird sich dann um so klarer abzeichnen. Nach den ersten Anfängen im 5. und 6. Dezennium (Grewingk, Loftus, S. P. Woodward, Göppert) sehen wir in den siebziger und achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts eine lebhafte Tätigkeit einsetzen (Blanford, Napier, Tietze, Rodler, Göbel, Pohlig, Bogdanowitsch, Stur, Wähner, Th. Fuchs, Schenk, Weithofer, v. d. Borne, Krasser u. a.), die in den neunziger Jahren und im ersten Jahrzehnt unseres Säkulums in den langjährigen Forschungen de Morgan's[3] und Stahl's (l. c.) ihren Höhepunkt erreichte. Die Ergebnisse de Morgan's sind von H. Douvillé[4], die von Stahl erst kürzlich für das Mesozoicum durch E. Fischer[5] in tabellarischer Form auf-

[1] In der deutschen Wiedergabe iranischer Ortsnamen folge ich der von Niedermayer (l. c. p. 7 ff.) als geeignet empfohlenen Schreibweise.

[2] Über das geologische Schrifttum vgl. Stahl, Persien. Handb. d. regional. Geol. V, 6. Heidelberg 1911; vgl. dort Stahl's übrige Arbeiten.

[3] Miss. scient. en Perse. Bd. III. Teil 1—4. Paris 1895—1905.

[4] Bull. Soc. géol. Fr. 1904. Ser. 4. Bd. 4. p. 539 ff.; vgl. auch Géol. stratigraphique in de Morgan, l. c. Teil 1.

[5] Zur Stratigraphie des Mesozoicums in Persien. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1914. Bd. 66. p. 39 ff.; siehe auch Jura- u. Kreideversteinerungen aus Persien. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österr.-Ungarns u. d. O. 1915. Bd. 27. Heft 4.

Schema	Elburs	Korassan	Zentral- (und Süd-) Persien
Diluvium	Sande, Schotter, Konglomerate, Breccien Terrassenbildungen z. T.	Weicher, hellbraungraues, tuffartiges Gestein mit viel Cyrena	
Pliocän	anscheinend wie oben		
Miocän	? Heller oolithischer Kalksandstein mit viel *Pholas*; *Pectunculus*-Kalkstein; Hellbrauner Kalkstein mit viel *Cardium* (?)		I. Mediterran-Stufe (Burdigalien-Stufe): Hamasong-Schichten: Grauer, glaukonitischer Mergelkalkstein und grünlichgrauer Kalkmergel, fossilreich, foraminiferenführend, mit *Chlamys* [illegible] Stefo var. [illegible] Schaff., *Cl. [illegible]* Dep. var. [illegible] Schaff., *Ostrea* [illegible] (Fuchs var.), *Cyprina* aff. *compressa* (Fuchs) Abich usw. (Süd-Persien)
Oligocän			
Eocän			Hellgelblichweißer Nummuliten-Kalkstein voll *Nummulites* sp. cfr. *Chavannesi* de la Harpe (Süd-Persien)
Danische Stufe Maestricht-Stufe			
Ober-Senon	Heller splitteriger Kalkstein und Mergelkalkstein mit *Inoceramus* sp. cfr. *planus* Goldf. Hellbraune mulmige foraminiferenführende Mergel. Parditschita-Mergel, fossilreich, mit *Inoceramus* cfr. *Cripsi* Mant., *Inoceramus* [illegible] Nils., *In.* cfr. [illegible] Stol., *Belemn.* aff. [illegible] Bosc., *Gryphaea vesicularis* Lamk., *Volsa*, *Cyprina*, *Cucullaea* u. a. m.		
Unter-Senon		? Rötlichbrauner plattiger Kalkstein (echter „Rogenstein") mit viel Bryozoen. *Heteropora* cfr. [illegible] d'Orb., *Filicea* u. a.	
Turon	Hellbräunlicher Mergelkalkstein mit *Inoceramus* (*Volviceramus*) cfr. *Lamarcki* Park., *I. Brongniarti* Sow., *Pecten* cfr. [illegible] Münst. sp.		
Cenoman	Helle feinsandige glaukonitische Kalksteine und Mergel mit viel *Exogyra columba* F. Roem. Ober-Cenoman	Bräunlicher Kalksandstein mit *Chlamys* cfr. *aspera* Lamk., *Alectryonia carinata* Lamk. (Unt.-Cenoman). ? Grauer Mergelkalkstein mit *Exogyra*, *Pygurus*	Braungrauer glaukonitführender Kalkstein mit *Exogyra* [illegible] F. Roem. *Caprina*-Kalkstein mit *Capr.* sp. cfr. *adversa* d'Orb. sp., *Orbitolina* sp.
Albe-Stufe Gault, Albien		Harrund-Schichten (Blackdown-Fazies): Glaukonitischer fossilreicher Kalksandstein mit *Exogyra* [illegible] Park., *Tr.* cfr. *Dardalina* Park., *Tr.* sp. cfr. [illegible] Park., *Trig.* cfr. [illegible] Sow., *Terebratula* aff. *biplicata* Sow., *Pinna*, *Modiola*, *Arca*, *Cyprina* u. a. m. Graubrauner Kalkstein mit viel *Lima*, ferner mit *Exogyra*, [illegible] Seeigel	
Apt-Stufe			Hellgraue und blaßrötliche Kalksteine mit *Rhynchonella* cfr. *polygona* d'Orb. sp., *Rh.* aff. [illegible] d'Orb., *Rh.* aff. [illegible] d'Orb., *Zeilleria* aff. [illegible] (Sow.) d'Orb., Seeigel
Barrême-Stufe		Hellbraungraue und rötliche Kalksteine und Mergel mit *Requienia* cfr. *ammonia* d'Orb. sp., *Pholadomya persica* sp. nov.	Bräunlichgrauer und rötlicher Kalkstein mit *Pholadomya persica* sp. nov.
Hauterive-Stufe	Braungrauer, z. T. bituminöser Brachiopoden-Kalkstein (Separat-Kalkstein) mit verkieselten Formen: *Rhynchonella depressa* d'Orb. sp., *Terebratula* aff. [illegible] d'Orb.		
Valendis-Stufe			
Tithon		? Heller, dichter und spätiger Kalkstein voll Korallen, Seeigeln, Brachiopoden (Stramberg-Inwalder-Fazies). ? Heller Kalkstein mit *Simoceras* sp. ?? Hellbräunlichgrauer Mergelkalkstein mit *Phylloceras mediterraneum* M. Neum. Heller und rötlicher Kalkstein mit *Pecten* sp. cfr. [illegible] Gemm. und [illegible] sp.	
Ob. Kimmeridge			
Mittl. Kimmeridge		Dichter, dunkelviolettroter Kalkstein mit *Perisphinctes* [illegible] sp., *Hydrotropus* cfr. [illegible] sp. Malm δ ?	
Unt. Kimmeridge		Rötlichbrauner, kristalliner Kalkstein mit *Rhynchonella* [illegible] Opp., *Perisphinctes* sp. cfr. [illegible] (Malm γ ?)	
Ober-Oxford		Mausgrauer und rötlicher Mergelkalkstein mit *Perisphinctes* cfr. [illegible] (Rein.) Quenst., *P.* cfr. [illegible] Quenst., *P.* cfr. [illegible] Font., *P.* cfr. [illegible] Choff., *P.* aff. [illegible] Choff., *Phylloceras tortisulcatum* Quenst. u. a.	
Unter-Oxford		?	
Ob. / Mittl. Dogger			
Unt.-Dogger	Fester grauer Kalksandstein mit Astarten-Bank voll *Astarte opalina* Quenst. Opalinum-Horizont		
Oberer Lias	Grünlichgrauer fester Kalksandstein mit *Hildoceras* cfr. *boreale* Seeb. (Lias ε)		
Mittlerer / Unterer Lias	? Dunkler Mergelkalkstein mit *Cardinia* (?)		
Rät	[illegible] Rätolias: Braungraue, auch grüngraue, meist sandige Schiefertone mit [illegible] Schimp., *Polypodium* cfr. [illegible], [illegible] Presl, [illegible], *Macrotaeniopteris* [illegible], [illegible] Schenk, *Neuropteris*, *Pecopteris* u. a. Marin: Graugrünlicher toniger Quarzsandstein mit *Chlamys* cfr. [illegible] Schafh., *Ostrea*, *Myophoria*, *Cardita*		
Norische Stufe			Schmutzig-graubraune, harte Quarzsandsteine mit schwarzbeschlagenen Schalen von *Aviculopecten iranicus* sp. nov. a. d. Gr. d. *A. Clignetti* Bittner em. Kittl., *Gonodus iranicus* sp. nov., *Myophoria* a. d. *Inaequicostata*-*Whateleyae*-Gruppe
Karnische Stufe		Bräunliche und graue Kalksandsteine mit Ostreen-Lumaschellen und kohligen Pflanzenresten. *Ostrea* cfr. *montis caprilis* Schafh. (Tuser-Horizont ?)	
Ladinische Stufe	Graubrauner Kalkstein reich an dunklen Hornsteinknollen (Oberer germanischer Muschelkalk ?)	Schmutziggraue Kalkschiefer mit *Daonella* sp. cfr. *Lommeli* v. Mojs., *Daonella* div. aff. sp. (Wengener-Horizont ?)	
Anisische Stufe	Typische hellgraue, auch rötliche „Wellenkalke" mit [illegible] sp., *Plagiostoma* sp. cfr. [illegible] Goldf., *Hoernesia* cfr. *socialis* v. Schl., [illegible] cfr. [illegible]. *Myophoria*- und Gastropoden-Platten		
Skytische Stufe			
Perm (Unt. Ober-Perm)	Djulfa-Schichten: Bräunlichrote Mergel mit *Orthothetes* [illegible] Abich		
Oberes Ober-Carbon (Ottweiler Stufe)	Hellbraunroter fester Fusulinen-Kalkstein voll *Sphaeroschwagerina* cfr. [illegible] Roemer, *Fusulina* aff. *regularis* Schellw.		
Oberes Unter-Carbon (Visé-Stufe)	Schwarzblaue, [illegible] kristalline Kalksteine mit *Orthothetes crenistria* Phill., *Productus* [illegible] Sow., *P. semireticulatus* Mart. *Fenestella* aff. *plebeja* [illegible], Bryozoen		
Unteres Unter-Carbon (Tournai-Stufe)	Braungraue fossilreiche Krinoiden-Kalksteine (nebst hellen und dunkelroten quarzitischen Sandsteinen) mit *Spirifer tornacensis* de Kon., *Productus* aff. *Cora* d'Orb., [illegible] aff. [illegible] Mart.		
Unterstes Unt.-Carbon (Etroeungt-Stufe)	?		
Oberstes Ober-Devon	Schwarzer krinoidenreicher Brachiopoden-Kalkstein mit *Spirifer* [illegible] de Vern., *S.* cfr. *Verneuili* Murch., *S.* cfr. [illegible] Murch., *Rhynchonella* [illegible] Goss., *Atrypa aspera* v. Schl., [illegible]		
Oberes Ober-Devon	Gelblichbrauner spätiger Kalkstein voll *Spirifer* [illegible] Murch. *S.* [illegible] de Vern.	Bräunlicher krinoidenreicher Kalkstein mit [illegible] cfr. [illegible] Sandb. [illegible] cfr. [illegible] sp. Dunkler Kalkstein mit *Spirifer* cfr. [illegible] de Vern., *Productus pallas* [illegible], *Rhynchonella* [illegible] Goss., *Atrypa aspera* v. Schl., *Tentaculites* aff. [illegible] Eichw., [illegible] aff. [illegible]	Braungrauer Kalkstein mit viel *Tentaculites* aff. [illegible] Eichw.
Mittleres Ober-Devon	Hellbraunroter Brachiopoden-Kalkstein mit *Spirifer* aff. [illegible] F. A. Roem., [illegible], *Rhynchonella*. ? Hellgrauer Brachiopoden-Kalkstein mit *Productus* aff. [illegible] Sow.		
Unteres Ober-Devon		Braune brachiopoden- und korallenreiche Mergel mit *Martinia* [illegible] Schnur, *Athyris* [illegible] F. A. Roem., *Atrypa aspera* v. Schl., [illegible], [illegible], *Favosites*	
Mittel- oder Unter-Devon		? Bräunlicher Krinoiden-Kalkstein mit *Atrypa* sp. cfr. *comata* Barr.	?? Blaugrauer, geschieferter und [illegible] Krinoiden-Kalkstein
Mittel- oder Unter-Devon oder Silur		?? Schwarzgraue Tonschiefer (Dachschiefer).	

gezeigt und von diesem letzteren (l. c. p. 40 ff.) einander gegenübergestellt worden. Wenn darin das stratigraphische Schema für Persien einen vergleichsweise schon ziemlich fortgeschrittenen Stand besitzt, so ist das zum größten Teil ein Verdienst der beiden in Rede stehenden Forscher und ihrer stratigraphischen und paläontologischen Mitarbeiter: DE MORGAN's Stärke liegt in dem fast lückenlosen Nachweis der oberen Kreide in Luristan [1] und Bachthyarien sowie in der Gewinnung wundervoll reicher und guterhaltener Kreidefaunen, die von H. DOUVILLÉ [2], COTTEAU [2] und GAUTHIER [2] ausführlich dargestellt wurden.

Als Hauptverdienst von STAHL muß man die von FRECH [3] stratigraphisch ausgewertete Erforschung des Devons und Carbons betrachten und ferner seine wichtigen Beiträge zur Kenntnis der unteren Kreide und des Tertiärs. Auch zur Erforschung des Juras hat STAHL am meisten beigetragen. Über die stratigraphische Bedeutung des von ihm gesammelten Kreidematerials wurde erst in letzter Zeit von E. FISCHER, l. c., über das Juramaterial von diesem und schon früher von POMPECKJ [4] genaueres berichtet.

Ich komme jetzt zu einer kurzen Beantwortung der Frage, welche Vervollkommnung des stratigraphischen Schemas für Persien wir NIEDERMAYER zu danken haben.

Zunächst, um mit den ältesten Komplexen anzufangen, liefert sein Material den Nachweis einer fast vollständigen Schichtenfolge durch Oberdevon und Untercarbon im östlichen Elburs und in den Gebirgen Korassans. Den größten Erfolg hat er jedoch, wie schon gesagt, zu verzeichnen mit dem auf Grund seiner Sammlungen von mir geführten erstmaligen Nachweis der marinen Trias [5], deren Vorkommen STAHL (l. c. p. 12) für die Schahabdulasim-Berge richtig vermutet hatte, in diesen, in Teilen von Korassan und von Kuhistan. Von den 6 Stufen der Trias sind heute mit Ausnahme der Skythischen sämtliche als festgestellt zu betrachten. Ferner wissen wir neuerdings, daß die Verbindung des Muschelkalkes in der Araxesenge mit dem Muschelkalk der indischen Salzkette und des Himálajas im südlichen Elburs zu suchen ist. Unstreitig am wertvollsten erscheint aber die Entdeckung der ozeanischen Trias in Gestalt ladinischer, karnischer, norischer und rätischer Lamellibranchiaten-Gesteine. Wenn auch das von diesen vorhandene Material

[1] Vgl. auch BROILI, Geol. u. pal. Result. d. GROTHE'schen Vorderasien-Exped. IV. D. Puscht-i-Kuh. In H. GROTHE, M. Vorderasien-Exped. 1906/07. I. Leipzig 1910.

[2] In DE MORGAN, l. c.

[3] Über das Paläozoicum in Hocharmenien und Persien. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österr.-Ungarns u. d. O. 1900. Bd. 12. Heft 4.

[4] Pal. u. stratigr. Notizen aus Anatolien. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1897. Bd. 49. p. 794 ff.

[5] Vgl. Mitteil. geogr. Ges. München 1913. Bd. 8. p. 38.

verhältnismäßig gering ist, so erlaubt es doch ziemlich sicher die Annahme, daß das östliche Korassan und Teile von Kuhistan zum mindesten in der oberen Trias von ziemlich seichten Randgewässern der Thetys bedeckt waren, deren Nordküste damals nicht besonders weit entfernt sein konnte. Vor allem jedoch überbrückt es wenigstens den östlichen Teil der gewaltigen Lücke, die bisher in den ozeanischen Trias-Bildungen zwischen Westanatolien (Balia Maden), dem Amanus (Lattakia), dem Golf von Oman (Maskat) und dem westlichen Afghanistan (Härat) bezw. dem Himálaja offenstand. Erinnert das ladinische, karnische und rätische Material faziell mehr an mediterrane Verhältnisse, so läßt uns das norische eine fesselnde Verbindung der iranischen Quarzsandstein-Fazies (Härat)[1] mit ausgesprochen himamalayischen Faunenelementen wie *Aequipecten* aus der Gruppe des *A. Clignetti* erkennen, welch letztere ich in mindestens nahverwandten und ungefähr äquivalenten Formen aus den Molukken und für den Himálaja nachgewiesen habe[2]. Nach aller Wahrscheinlichkeit gehörte demnach im Noricum zum mindesten noch der östliche Teil von Mittelpersien dem himamalayischen Faunenreiche an, das so gegen Westen in dem genannten Zeitraum seine größte Ausdehnung erreicht zu haben scheint[3].

Die Kenntnis des Juras wird durch die Funde im unteren und mittleren Malm erfreulich erweitert. In besonderem Maße gilt dies von der Kreide und namentlich, wie ich schon erwähnt habe, von der in Mittel- und Ostpersien vorzüglich entwickelten oberen Unterkreide. Während diese bisher überwiegend durch Cephalopoden- und Echinidengesteine vertreten war, lernen wir durch Niedermayer interessante Lamellibranchiaten- und Brachiopodenbildungen kennen, darunter in erster Linie die fossilreichen Härirud-Schichten mit ihren starken faziellen Anklängen an die küstennahe Blackdown-Bracquegniesfazies der Aube-Stufe. Von Belang für die Erweiterung unserer Kenntnis des persischen Obersenons ist ferner die Fauna der Pardschifa-Mergel. Und schließlich muß man es als willkommenen Beitrag zur Kenntnis des persischen Miocäns begrüßen, daß in Gestalt der versteinerungsreichen Hamasang-Schichten nunmehr auch aus Südpersien sichere Äquivalente der 1. Mediterranstufe vorliegen.

Als neuester Stand der stratigraphischen Erforschung Persiens ergibt sich also im großen, daß dort sämtliche Formationen vom Devon (Mitteldevon) ab nachgewiesen sind. Von Formationsabteilungen fehlen m. W. noch der Buntsandstein und ein end-

[1] Griesbach, Rec. geol. surv. India. 1886. Bd. 19; teste Noetling, Lethaea geogn. II, 1. p. 121.

[2] Buru und Misól. Palaeontogr. Suppl. IV. 1913; in: Beitr. z. Geol. v. Ned.-Indien von G. Boehm. II, 1. p. 42.

[3] Vgl. auch meine soeben erschienene Arbeit: Die Brach., Lamellibr. u. Gastrop. der Trias von Timor. I. Stratigr. Teil. Paläont. v. Timor. Lief. X. p. 141 ff.

gültiger Nachweis des Oligocäns, von Stufen Paleocän, Dänische und Valendis-Stufe, sicherer Nachweis des Tithons, ganzer mittlerer Dogger, vom Lias mindestens γ und β usw. Eine profilmäßige Durcharbeitung, wenn auch nur an einzelnen Stellen oder in bestimmten Gegenden, hat bisher im wesentlichen nur für Devon, Carbon, Perm und Kreide, vor allem Oberkreide stattgefunden. Schon daraus geht hervor, wieviel der geologischen Forschung in Persien noch zu tun bleibt. Möge auf die bisherige Phase vielleicht vorwiegend extensiver Arbeit in nicht zu ferner Zeit eine intensive Tätigkeit folgen können.

Keuperflora und Lunzer Flora.

Von **K. Frentzen** in Karlsruhe i. B.

In einer in den Mitteilungen des Oberrheinisch-geologischen Vereins demnächst erscheinenden Abhandlung: „Lettenkohlen- und Schilfsandsteinflora" habe ich die Floren des germanischen Keupers, d. h. der Lettenkohle und des Schilfsandsteins miteinander verglichen. Es hat sich hierbei gezeigt, daß die Floren der genannten Keuperstufen in ihrer Zusammensetzung bis zu einem gewissen Grade voneinander abweichen. Diese Unterschiede kommen dadurch zustande, daß ein Teil der Pflanzenformen nur in einer der beiden Keuperstufen auftritt, während die übrigen zwar beiden Stufen gemeinsam sind, in der Mehrzahl jedoch in der einen oder der anderen Stufe wesentlich häufiger vorkommen.

Von den 57 Pflanzenformen des außeralpinen Keupers kommen 19 in beiden Stufen, davon 10 in gleicher Häufigkeit vor. Größere Häufigkeit des Vorkommens in der Lettenkohle zeichnet aus:

Neocalamites Meriani Heer
Danaeopsis marantacea Heer
Rumpfi Schenk
Cladophlebis distans Presl.
Chiropteris digitata Kurr
Sphenopteris Schoenleiniana Brongn.
Dioonites pennaeformis Schenk

Für den Schilfsandstein gilt dies für:

Dictyophyllum serratum Kurr
Widdringtonites keuperianus Heer

Auf die Lettenkohle beschränkt sind (von den Cycadophyten Hallier's und Bornemann's wird hierbei abgesehen):

Equisetites singularis Compter
? Calamites mesozoicus Compter
? Thinnfeldia apoldensis Compter
? Selenocarpidium gracillimum Sbg.
Bernoullia franconica Frentzen
Neuropteridium cf. *grandifolium* Schimp.
Pterophyllum Bronni Schenk
Sphenozamites tener Compter
Scytophyllum Bergeri Bornemann
— *dentatum* Bornem.
Voltzia E. Fraasi Schutze
Pagiophyllum Foetterlei Stur

Nur im Schilfsandstein sind bisher nachgewiesen:

Equisetites platyodon Brongn.
— *macrocoleon* Schimp.
Macrotaeniopteris simplex Stur
Cladophlebis Rütimeyeri Heer
Pecopteris latepinnata Leith.
— *Steinmülleri* Heer
— *Geyggana* Heer
Speirocarpus virginiensis Stur
Gleichenites gracilis Leith.
Bernoullia helvetica Heer
Lepidopteris Stuttgartiensis Jaeg.
Clathropteris reticulata Kurr
Pteruphyllum gracile Schimp.
— *cuneatum* Schimp.
— *pectinatum* Schimp.
? *Cottaea danaeoides* Goppert
Leptostrobus keuperianus Kurr

Unter Zugrundelegung der oben angeführten Tatsachen wird im folgenden ein Vergleich der Floren der germanischen Trias und der Lunzer Schichten durchgeführt. Die Anregung hierzu erhielt ich von Herrn Prof. Dr. W. Gothan, Berlin, dem ich hierdurch meinen besten Dank ausspreche.

An Versuchen nach den Floren die Lunzer Schichten mit einer der beiden pflanzenführenden Stufen des germanischen Keupers in Parallele zu setzen, hat es nicht gefehlt. Die bisherigen Vergleiche sind unter der Voraussetzung des Lettenkohlenalters der Flora von Neuewelt erfolgt. Man warf die Flora des genannten Gebietes, deren Schilfsandsteinalter nunmehr feststeht, mit derjenigen der Lettenkohle zusammen und gewann auf Grund der so erhaltenen Listen naturgemäß den Eindruck einer weitgehenden Übereinstimmung beider Floren. O. Heer schrieb so in seiner „Flora fossilis helvetiae" p. 65: „Es zeigt sich, daß die Floren der Lettenkohle und des Schilfsandsteins zusammengehören und die Verschiedenheiten wohl mehr durch lokale Verhältnisse als den zeitlichen Unterschied bedingt sind." Es ist demnach nicht verwunderlich, wenn Stur und Sandberger wegen der großen Übereinstimmung der reichen Flora der Schiefer von Lunz mit derjenigen der deutschen Lettenkohlengruppe, Lunzer Sandstein und Lettenkohlengruppe als genau gleichalterige Bildungen ansahen. Benecke (1) hat andererseits darauf hingewiesen, daß bei Annahme gleichen Alters von Lunzer Schichten und Lettenkohle nach Analogie der deutschen Verhältnisse im unmittelbaren Hangenden und Liegenden der Lunzer Schichten eine Muschelkalkfauna vorhanden sein müßte, was tatsächlich nicht der Fall ist. Benecke ist hiernach zu dem Schluß gelangt, daß die Lunzer Schichten jünger als Lettenkohle und als etwa dem Gipskeuper gleichalterig aufzufassen seien.

Welche Anhaltspunkte über das relative Alter der Lunzer Schichten ergeben sich aus dem Florenvergleich?

Krasser (3, 4), der neuerdings die Lunzer Flora monographisch bearbeitet, führt für Lunz etwa 50 Pflanzenarten an. Die noch ausstehende Revision der Equisetales und Cycadophyten dürfte diese Zahl verringern.

Von den Bestandteilen der Lunzer Flora kommen im germanischen Keuper vor:

Neocalamites Meriani Heer
Equisetites v. typ. *E. arenaceus* Jaeg.
— v. typ. *E. platyodon* Brongn.
Speirocarpus virginiensis Stur
Asterotheca Meriani Heer
Danaeopsis marantacea Heer
Macrotaeniopteris simplex Stur
Clathropteris reticulata Kurr
Dioonites cf. *pennaeformis* Schenk
Pterophyllum Jaegeri Brongn.
— *longifolium* Brongn.
— *brevipenne* Kurr

Pterophyllum pulchellum Heer, das Krasser als Art vorläufig noch aufführt, ist nach Leuthardt (5) eine Jugendform von *Pt. Jaegeri* Brongn. bezw. *Pt. longifolium* Brongn. Nach Krasser sind *Pt. Haberfelneri* Stur und *Pt. rectum* Stur Formelemente von *Pt. longifolium* Brongn. oder genauer *Pt. brevipenne* Kurr, während *Pt. macrophyllum* Kurr und *Pt. approximatum* Stur als Formelemente von *Pt. longifolium* Brongn. gelten können. Demnach sind etwa $\frac{1}{3}$ der Arten der Flora von Lunz auch im germanischen Keuper vorhanden.

Die Lunzer Flora enthält keine einzige Art, die in ihrem Vorkommen auf die Lettenkohle beschränkt ist. $\frac{2}{3}$ der gemeinsamen Arten kommen in der Lettenkohle und im Schilfsandstein vor, nämlich:

Neocalamites Meriani Heer
Equisetites v. typ. *E. arenaceus* Jaeg.
Asterotheca Meriani Heer
Danaeopsis marantacea Heer
Dioonites pennaeformis Schenk
Pterophyllum Jaegeri Brongn.
— *longifolium* Brongn.
— *brevipenne* Kurr

Von diesen Arten sind nach Krasser (3. 4) in der Flora von Lunz häufig:

Neocalamites Meriani Heer
Asterotheca Meriani Heer
Pterophyllum Jaegeri Brongn.
— *longifolium* Brongn.
Pterophyllum brevipenne Kurr.

Selten sind:

Danaeopsis marantacea Heer
Dioonites pennaeformis Schenk

Von der ersten Art lag Krasser ein Blattfragment von wenig guter Erhaltung, von der letzten der Abdruck einer Blattbasis vor. Das sagt bei der Reichhaltigkeit des Materials an Lunzer Pflanzen, das sich in der Geol. Reichsanstalt und im Naturhistorischen Hofmuseum zu Wien befindet, genug. Über die Häufigkeit des Vorkommens von *Equisetites* vom Typ des *E. arenaceus* Jaeg. fehlen nähere Angaben.

Wird von *Neocalamites Meriani* Heer, der im Schilfsandstein nur lokal einigermaßen häufig ist, abgesehen, so läßt sich feststellen, daß die oben angeführten Pflanzen, was ihre relative

Häufigkeit anlangt, den für den Schilfsandstein, nicht aber für die Lettenkohle gültigen Tatsachen entsprechen. Ganz ausgeprägt trifft dies für *Asterotheca Meriani* Heer, *Danaeopsis marantacea* Heer und *Dioonites pennaeformis* Schenk zu. Von diesen fehlt *Asterotheca Meriani* Heer der Lettenkohle zwar nicht ganz, doch tritt diese Art nur im Schilfsandstein von Neuewelt in einiger Häufigkeit auf. *Danaeopsis marantacea* Heer ist, wie ich das in meiner eingangs zitierten Abhandlung ausgeführt habe, im Schilfsandstein bisher nur vereinzelt. *Dioonites pennaeformis* Schenk, geradeso wie bei Lunz, nur in einem einzigen Exemplar aufgefunden. Hinsichtlich der zahlenmäßigen Verteilung der der Lettenkohlen- und Schilfsandsteinflora gemeinsamen Arten zeigt demnach die Lunzer Flora weitgehende Übereinstimmung mit der Flora des Schilfsandsteins.

Schilfsandsteinflorenbestandteile der Lunzer Schichten sind folgende Arten:

Equisetites v. typ. *E. platyodon* Brongn.
Speirocarpus virginiensis Stur
Macrotaeniopteris simplex Stur
Clathropteris reticulata Kurr

Eine Revision der von Stur (6) aufgeführten 8 *Equisetites*-Arten steht noch aus. Wenn ich den in der Stur'schen Liste nicht aufgeführten *Equisetites platyodon* Brongn. als Angehörigen der Lunzer Flora aufzähle, so geschieht dies einerseits, weil Halle (2) bemerkt, daß *E. majus* Stur (nomen nudum!) sehr mit *E. platyodon* Brongn. übereinstimme, andererseits, weil nach Krasser (4) die Lunzer Schichten zweifellos dem Typ des *E. platyodon* Brongn. entsprechende Arten aufweisen. Formen vom Typ des *E. platyodon* Brongn. sind ganz auf den Schilfsandstein beschränkt, *E. platyodon* Brongn. kann geradezu als Leitfossil dieser Stufe gelten. *Speirocarpus virginiensis* Stur und *Macrotaeniopteris simplex* Stur sind in ihrem Vorkommen auf den Schilfsandstein von Neuewelt beschränkt. Die erste Art, die im Hangenden des Barbaraflözes im Pramelreuth bei Lunz reichlich vorkommt, ist im unteren Pflanzenhorizont der Neuewelt bisher nur in wenigen Stücken aufgefunden, *M. simplex* Stur ist bei Neuewelt und Lunz, an der ersten Stelle jedoch nur in fertilem Zustande, häufig. *Clathropteris reticulata* Kurr. die neben zwei anderen *Clathropteris*-Typen bei Lunz in schönen Resten vorkommt, zeigt im Schilfsandstein weite Verbreitung und ist bei Basel, in Baden, Schwaben und Franken nachgewiesen. Lokal, so in der Umgegend von Stuttgart (Steinbrüche der Feuerbacher Heide) ist dieser Farn nicht selten.

Die Ähnlichkeit in der Zusammensetzung von Lunzer- und Schilfsandsteinflora zeigt sich schließlich darin, daß einzelne Florenbestandteile des Schilfsandsteins bei Lunz durch analoge Formen vertreten sind. *Bernoullia lunzensis* Stur steht jedenfalls der *B. helvetica* Heer des Schilfsandsteins artlich näher, als der *B. franconica*

Frentzen der Lettenkohle, *Dictyophyllum serratum* Kurr, das in einiger Häufigkeit erst im Schilfsandstein auftritt, findet sein Analogon in *D. lunzense* Stur.

Zeigt die Flora des Schilfsandsteins wegen des Auftretens der Dipterideengattungen *Clathropteris* und *Dictyophyllum* im Gegensatz zu derjenigen der Lettenkohle deutliche Anklänge an die jüngere Rhät-Lias-Flora, so gilt dies wegen des Hinzutretens der Cycadophytengattung *Nilssonia* und der artenreicheren Entfaltung der Gattung *Clathropteris* in erhöhtem Maße für die Flora von Lunz. Die Änderung der Flora, die im Rhät erstmalig scharf ausgeprägt in Erscheinung tritt, bahnt sich somit gleichartig im Bereiche des Schilfsandsteins und der Lunzer Schichten an. In der Lettenkohle ist diese Wandlung noch kaum angedeutet, denn hier ist *Dictyophyllum serratum* Kurr nur in einem, bisher vereinzelt gebliebenem Reste bei Sinsheim in Baden aufgefunden, während *Clathropteris reticulata* Kurr noch ganz fehlt.

Nach alledem können die pflanzenführenden Schiefertone und Sandsteine von Lunz in Niederösterreich nicht als gleichzeitige Bildungen der außeralpinen Lettenkohle angesprochen werden. Sie sind dem Charakter ihrer Flora nach jünger und stellen die Äquivalente höherer Keuperhorizonte, wahrscheinlich des Schilfsandsteins dar. Die paläobotanische Untersuchung führt demnach zu demselben Ergebnis, zu dem Benecke (1) auf Grund faunistischer und stratigraphischer Erwägungen gelangte.

Vergleicht man die Lunzer Flora mit den Einzelfloren des Schilfsandsteins, so zeigt sie die größte Übereinstimmung mit derjenigen von Neuewelt. Hier sind die Pflanzenformen, die beiden Floren überhaupt gemeinsam sind, mit Ausnahme von *Dioonites pennaeformis* Schenk. sämtlich vorhanden. Es folgt der Schilfsandstein Schwabens mit 10, Frankens mit 8, Badens (hauptsächlich des Kraichgaues) mit 7 gemeinsamen Arten. Eine Abnahme der gemeinsamen Arten von Süd nach Nord läßt sich feststellen. Für die Schilfsandsteinfloren der genannten Gebiete trifft dies ebenfalls zu. Die Zahl der gemeinsamen Arten beträgt, wenn von Neuewelt ausgegangen wird, für Schwaben 17, Baden 12, Franken 12. Ob diese Erscheinung auf Lückenhaftigkeit der paläobotanischen Überlieferung beruht oder ob hierbei pflanzengeographische Momente mitspielen, muß vorläufig unentschieden bleiben.

Die pflanzenführenden Gesteine von Lunz und Neuewelt zeigen in ihrer petrographischen Beschaffenheit so weitgehende Übereinstimmung, daß Stur (6) sagen konnte: „Das Gestein ist an beiden Fundorten so vollkommen ähnlich, daß man Handstücke von der Neuen Welt bei Basel von den Handstücken von Lunz nicht imstande ist zu unterscheiden.“ Diesen dunkeln, kohlereichen Schiefern und Sandsteinen entsprechen in Baden, Schwaben und Franken helle, glimmerreiche Sandsteine mit nur untergeordneten Ton- und

Mergellagen. Zweifellos sind diese so verschiedenartigen Gesteine auf verschiedene Weise entstanden. Die ersten sind aus den feintonigen Absätzen versumpfter Buchten, kaum aber, wie dies Stur (6) annehmen zu müssen glaubte, aus eigentlichen Torfmooren hervorgegangen, die letzten stammen von Küsten- oder Flußsanden ab, die durch Meer aufgearbeitet und umgelagert sind. Die eingeschlossenen Pflanzenreste sind in dem ersten Falle sicher zum größten Teile autochthon, in dem letzten Falle vorwiegend allochthon und aus dem, wie das verfrachtete Material zeigt, sandigen und jedenfalls trockenem Küstengebiete eingeschwemmt. Bezeichnenderweise sind die im allgemeinen trockene Standorte bevorzugenden Nadelhölzer in der Flora von Lunz und Neuewelt nur spärlich, in den sonstigen Schilfsandsteinfloren relativ reichlich vertreten.

Die Vegetationsbedingungen für die Pflanzen dürften zwar bei Lunz und Neuewelt einerseits, in Schwaben, Baden und Franken andererseits ziemlich gleichartig gewesen sein, aber bei allgemein gleichbleibendem Charakter haben sich doch gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung der Einzelfloren je nach den Boden- und Standortsbedingungen herausgebildet, die weiter durch die räumliche Trennung der Vegetationsgebiete verschärft wurden.

Ergebnis: Die Schichten von Lunz sind dem unteren Mittelkeuper, wahrscheinlich dem Schilfsandstein gleichalterig zu setzen. Dies folgt aus der Zusammensetzung der Lunzer Flora, die infolge des Auftretens typischer Arten des Schilfsandsteins und des gänzlichen Fehlens von Leitpflanzen der Lettenkohle sich als der Schilfsandflora gleichalterig erweist. Die nächsten Beziehungen bestehen zwischen der Flora von Lunz und Neuewelt bei Basel.

Literaturangabe.

(1) Benecke, E. W.: Lettenkohlengruppe und Lunzer Schichten. Ber. naturf. G. Freiburg i. Br. Bd. X, 2. 1898.

(2) Halle, Th. G.: Zur Kenntnis d. mesoz. Equisetales Schwedens. Kgl. Sv. V. Ak. Hdlg. Bd. 43, 1. 1908.

(3) Krasser, F.: Die Diagnosen d. v. D. Stur in d. obertriad. Flora d. Lunzer Schichten als Marattiaceen unterschiedenen Farne. Sitz.-Ber. k. Ak. Bd. 118. Wien 1909.

(4) — Zur Kenntnis der foss. Flora d. Lunzer Schichten. Jahrb. k. u. k. geolog. R.-Anst. Bd. 59. Wien 1909.

(5) Leuthardt, F.: Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. Abh. schweiz. paläont. G. Vol. XXX u. XXXI. Zürich. 1903, 1904.

(6) Stur, D.: Die obertriad. Flora d. Lunzer Schichten u. d. bitum. Schiefer v. Raibl. Sitz.-Ber. k. Ak. Bd. 91. Wien 1885.

Besprechungen.

N. M. Fedorowsky: Genetische Mineralogie. Petrograd 1920. (Russisch.) 152 p.

Eine kurze Einleitung behandelt die elementarsten Grundbegriffe der Chemie und bringt eine tabellarische Zusammenstellung der nach Dana's System geordneten Mineralien unter Beifügung zahlreicher Strukturformeln.

Die ersten vier Kapitel — etwa die Hälfte des Buches umfassend — behandeln den Aufbau der Erdrinde, die Bildungs- und Umbildungsprozesse der Mineralien, sowie die Mineralsynthese. Das fünfte, letzte, Kapitel ist der speziellen Mineralogie gewidmet; in ihm werden die Mineralien — nach Dana's System angeordnet — nach ihrer chemischen Zusammensetzung, Aussehen, einigen physikalischen Eigenschaften, Vorkommen, Fundorten, sowie wirtschaftlicher Bedeutung kurz charakterisiert. Bezüglich der kristallographischen Form, die hier keine Berücksichtigung findet, wird auf ein Spezialwerk des Verf.'s verwiesen.

Im allgemeinen Teil (Kapitel I—IV) sind die neuesten Anschauungen und Forschungsergebnisse in klarer Form dargestellt und z. T. durch Tabellen und Diagramme veranschaulicht. Von einer Begründung oder Ableitung derselben hat Verf. abgesehen, da das Buch zur ersten Einführung in das Gebiet der Mineralgenesis bestimmt ist und daher völlig elementar gehalten werden mußte; doch wird der Leser an verschiedenen Stellen durch Hinweis auf einschlägige Werke angeregt, sich auch mit den wissenschaftlichen Grundlagen des Gebietes vertraut zu machen. So werden u. a. die Bücher von van Hise, v. Wolff, Glinka, Brauns, Tschirwinsky, Findlay, Ostwald zum Studium empfohlen.

Ein umfangreiches Tatsachenmaterial ist hier zu einem Gesamtbild unserer heutigen Kenntnisse der Mineralgenesis verarbeitet worden. Das einzige Bedenken, welches gegen das Buch erhoben werden könnte, ist die Frage, ob die Zusammendrängung einer solchen Fülle von Einzeltatsachen auf knappsten Raum, wie es hier geschieht, für die Einführung in ein Wissensgebiet geeignet ist.

Weigel.

Friedrich Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie. 8°. 101 p. mit 100 Textfig. u. 5 Kunstdrucktafeln. Verlag von Gebr. Borntträger. 1921. Preis geb. 27.50 Mk.

In der Weise wie früher im N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. 47—108 und danach an andern Stellen gibt Verf. eine Übersicht

über unsere derzeitige Kenntnis von dem Feinbau der Kristalle und versucht darüber hinaus in möglichst allgemeinverständlicher Art die Grundzüge des feinbaulichen Wesens der Materie aus den Charakterzügen der Kristalle herzuleiten. So gliedert er das Werk in folgende Abschnitte: Feinbaulehre (Leptonologie) — Kristallographie und Leptonologie — Leptonologische Einheitlichkeit der Materie — Allgemeiner Grundzug des Feinbaues der Materie — Die Metamorphosenreihe der Materie — Allgemeine tektonische Gliederung des Feinbaues der Kristalle — Zusammenhang der Feinbauteile bei Mischkristallen und Verwachsungen als Übergänge zwischen chemischer Verbindung und physikalischem Gemisch — Morphotropie und Topotropie — Isotypie — Kristallwachstum und Kristallauflösung — Chemische Vorgänge an Kristallen — Versuch eines Einblicks in den Verlauf chemischer Vorgänge durch Vermittlung von Beobachtungen an Kristallen — Analogie der morphologischen Wirkung physikalischer und chemischer Felder auf Kristallbauten — Kristallphysiologie und die Systematik der Atome. Das Werk ist zur Feier der Entdeckung der Röntgenstrahlen vor 25 Jahren erschienen und mit den Bildnissen von W. C. Röntgen, P. Groth, M. v. Laue, A. Schönfließ und der Dürer'schen „Melancholie" geschmückt, mit dem gewaltigen, das Bild beherrschenden kubischen Kristall. „Ein Dürer unserer Tage würde wohl hoffnungsfreudiger gezeichnet haben." Die Sprache ist bei aller Knappheit klar und ansprechend, ein jeder, der sich über die so überaus wichtigen Fragen über den Feinbau der Kristalle und der Materie unterrichten will, findet in diesem Werk das, was er sucht. **R. Brauns.**

A. Wegener: Die Entstehung der Mondkrater. 48 p. mit 9 Abb. im Text u. 3 Taf. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1921.

—: Versuche zur Aufsturztheorie der Mondkrater. Nova Acta. Abh. Leop.-Carol. Deutschen Akad. d. Naturf. CVI, No. 2. 11 p. mit 3 Taf. 1920.

Die zur Erklärung der Entstehung der Mondkrater aufgestellte Blasenhypothese, nach welcher die Ringgebirge als Spuren großer, an der Magmaoberfläche geplatzter Blasen aufgefaßt werden, ist abzulehnen, da bei der Blasenbildung lediglich Molekularkräfte im Spiele sind, auf einem Himmelskörper von der Größe des Mondes aber die gravitationalen Massenkräfte ganz überwiegen. Desgleichen erscheint die Gezeitenhypothese, welche auf die Gezeiten des flüssigen Magmas und das damit als notwendig verbunden gedachte Aufsteigen und Zurücksinken desselben in Löchern der darüber befindlichen festen Erstarrungskruste zurückgreift, nicht annehmbar, denn die Mondrinde konnte sich dabei nach den von der Erde her

bekannten isostatischen Verhältnissen gar nicht völlig unbeweglich verhalten, sondern mußte auch ihrerseits die Schwankungen der Unterlage mitmachen. Die Vulkanhypothese endlich, welche die Mondkrater auf vulkanische, und zwar denen auf unserer Erde entsprechende Vorgänge zurückführt, scheitert schon an dem Umstand, daß doch die Mondgebilde unvergleichlich größere Dimensionen (die Durchmesser betragen hier vielfach mehrere Hundert Kilometer) haben und auch sonst eine ganz andere morphologische Ausgestaltung aufweisen als die vulkanischen Bildungen der Erde (der Gipfel des Zentralberges bleibt z. B. immer unterhalb der Kammhöhe des umgebenden Ringwalles).

Demgegenüber erscheint die Aufsturzhypothese, welche Verf. durch eine Reihe neuer systematischer Versuche weiter klärt, wesentlich begründeter. Die Experimente wurden sowohl mit zähflüssigem als auch mit staubförmigem Material (in beiden Fällen wurde Zement benutzt) ausgeführt, und die aufstürzende, aus einem Löffel niedergeworfene Masse war jedesmal von gleicher Art wie die Grundmasse. Der im Vergleich zu der im Kosmos auftretenden lebendigen Kraft nur sehr geringen Aufsturzenergie bei den Versuchen entsprach somit auch die viel geringere Kohärenz des verwendeten Materials. Besonders lehrreich waren die mit Pulver unter verschiedenen Bedingungen angestellten Experimente, wie schon die beigefügten photographischen Wiedergaben zeigen. Krater mit Zentralberg wurden nur dann erhalten, wenn die lockere Grundmasse nicht sehr mächtig war (d. h. etwa $\frac{1}{10}$ des Kraterdurchmessers nicht übertraf). Sowohl der Ringwall wie der Zentralberg erwiesen sich als aus diesem lockeren Material infolge des Aufsturzes zusammengeschobene Gebilde. Die niederfallende Masse war über das ganze Innere nur in einer dünnen Schicht gleichmäßig verteilt; die Außenseite der Umwallung war nicht mehr von ihr bedeckt und zeigte am oberen Rande deutliche Spuren eines Abbruches, der dadurch entstanden war, daß einzelne Brocken nach außen fortgeschleudert waren. Es steht dies in gutem Einklang damit, daß bei den Mondkratern im allgemeinen der Massenüberschuß der Umrandung dem Massendefizit der Kratervertiefung entspricht, indem die Aufsturzmasse durch die fortgeschleuderten Teile kompensiert ist. Auffallend ist aber namentlich die gute Übereinstimmung der einzelnen Größenverhältnisse bei den Versuchskratern mit den von Ebert hierüber veröffentlichten Daten bezüglich der wirklichen Mondkrater. Nur stellen sich die Versuchskrater durchweg als etwas übertieft dar, was, wie Verf. vermutet, vielleicht damit zusammenhängt, daß die horizontalen Dimensionen der Versuchskrater, deren Durchmesser im Maximum nur etwa 10 cm betrugen, noch zu klein waren. Im Gegensatz zu den irdischen Vulkanen wären hiernach die Zentralberge des Mondes „herausmodelliert, nicht aufgeschüttet", woher sich auch ihre

geringe Höhe begriffe; und dieser Vorgang konnte nur dort stattfinden, wo die aufstürzenden Körper die Mondrinde nicht zu durchschlagen vermochten.

Als Beispiel eines irdischen Aufsturzkraters wird dann noch eingehender der 1150 m im Durchmesser haltende Meteoritenkrater von Arizona besprochen, der in seiner ganzen Erscheinung auch seinerseits Belege für die Richtigkeit der getroffenen Versuchsanordnungen abgibt. Lavaüberflutungen, vielleicht auch im Zusammenhang mit Aufsturzvorgängen, kommen auf dem Monde wohl hauptsächlich nur für die großen nicht umwallten Meere in Betracht; im übrigen aber bestreitet auch Verf. das Vorkommen echter Vulkane auf dem Monde nicht, deren Nachweis aber namentlich wegen ihrer relativen Kleinheit recht schwierig ist.

Die Aufstürze werden schließlich mit der Mondbildung selbst in Verbindung gebracht, indem der Standpunkt eingenommen wird, daß dieser Trabant durch Zusammensturz zahlloser fester Körper entstanden ist. Das Unsichere dieser Gedankengänge wie auch der zum Schluß angedeuteten Erklärungsmöglichkeiten dafür, daß die Erde kaum Aufsturzspuren aufweist, dürfte indessen, wie Verf. mit Recht bemerkt, die auf empirisch-morphologischem Gebiet liegende Beweiskraft der Aufsturzexperimente selbst nicht beeinträchtigen. **E. Tams.**

A. Ehringhaus: Das Mikroskop, seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendung. Leipzig-Berlin. 1921. 121 p. (Aus Natur u. Geisteswelt. 678.)

Obwohl dies Büchlein sich nicht besonders an Mineralogen wendet, wird es bei seiner klaren und knappen, elementaren, aber doch eindringenden Behandlung auch den mikroskopierenden Mineralogen nützlich sein können, wie aus dem folgenden Auszug des Inhaltsverzeichnisses hervorgeht: Bestandteile, schematischer Strahlenverlauf, Vergrößerung, Öffnungswinkel und numerische Apertur; optische Teile und Strahlengang im wirklichen M.; Aberration im Deckglas, Strahlenbegrenzung, Objektbeleuchtung: Abbildung selbstleuchtender und nicht selbst-leuchtender Objekte, Bedeutung der numerischen Apertur für die Leistungsfähigkeit der Objektive: praktische Winke für den Gebrauch; Arten der Objektive und Okulare, Auflösungsfähigkeit. Messung von Längen, Dicken, Bestimmung der optischen Konstanten des M. (Brennweiten, Lage der Brennebenen, Vergrößerungen, Aperturen). Prüfung der Leistungsfähigkeit. Hilfsapparate (Lichtquellen, Mikrometer, Polarisationsvorrichtungen, Oberflächenbeleuchtung, Zeichenapparate, Spektralokular). Bildumkehrendes M., Dunkelfeldbeleuchtung, Ultraviolett- und Fluoreszenz-M., Ultramikroskop. **O. Mügge.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über den Magnetkies von Peterswald bei Spornhau im Altvatergebirge.

Von **Emanuel Glatzel** in Breslau.

Vorkommen und Eigenschaften. Ungefähr eine halbe Stunde von Spornhau im Altvatergebirge entfernt liegt in einem Tale eingebettet das kleine Dorf Peterswald und an dessen Ende an der östlichen Berglehne im Walde die Barbaragrube. Diese erstreckt sich in horizontaler Richtung in einer Länge von 170 m in den Berg hinein. Neben viel Schwefelkies fördert man aus ihr auch größere Mengen Magnetkies. Beide Erze sind in dem dort überall anstehenden Glimmerschiefer eingewachsen. Der Magnetkies ist dicht, mikrokristallinisch und enthält als Gangart mehr oder weniger Quarz. Im frischen Zustande besitzt er die Farbe, die feinkörniger Stahl auf der Bruchfläche zeigt. Beim Liegen an der Luft läuft er nach und nach hell tombakbraun an. Der ursprüngliche gangarthaltige Magnetkies hat ein mittleres spezifisches Gewicht von 4,436, der reine ein solches von 4,541. Zur Ermittlung des ersteren wurde zunächst durch einen besonderen Versuch festgestellt, daß 1 g des gangarthaltigen Magnetkieses 0,9446 g reinen Magnetkies und 0,0554 g Gangart, also 5,54 % Gangart enthielt. Darauf wurden kompakte Stücke des Erzes zunächst in der Luft und dann im Wasser von 15° C gewogen. Aus den so erhaltenen Gewichten ergab sich dann nach bekannter Methode das spezifische Gewicht des ursprünglichen Magnetkieses. Aus diesem spezifischen Gewicht wurde nun das spezifische Gewicht des reinen Erzes wie folgt berechnet: Da 1 g des gangarthaltigen Magnetkieses 0,9446 g reines Erz und 0,0554 g Gangart enthielt, die Gangart aber aus Quarz bestand, dessen spezifisches Gewicht im reinsten Zustande 2,653 beträgt, so mußte, sofern man das spezifische Gewicht des reinen Erzes mit x bezeichnet, ein Volumen des gangarthaltigen Magnetkieses von 4,436 g Gewicht (mittleres spezifisches Gewicht des gangarthaltigen Erzes) aus 0,9446 . x g reinem Erz und 0,0554 . 2,653 g Gangart (Quarz) bestehen und somit die Gleichung gelten: $4{,}436 = 0{,}9446\,x + 0{,}0554 \cdot 2{,}653$. Aus dieser ergab sich dann x, wie schon oben erwähnt wurde, zu 4,541. Der Magnetkies lenkt eine frei schwebende Magnetnadel stark ab, löst ich in Pulverform schon in kalter Salzsäure unter starker Schwefel-

wasserstoffentwicklung sehr leicht auf, scheidet hierbei etwas Schwefel ab, der durch Schwefelkohlenstoff leicht extrahiert werden kann, und hinterläßt neben der Gangart eine geringe Menge eines schwarzen Rückstandes, der erst durch Behandeln mit Königswasser in Lösung geht und wahrscheinlich aus sehr fein zerteiltem Schwefelkies besteht. Der Magnetkies enthält kein Nickel und kein Kobalt und nur Spuren von Kupfer.

Gang der Analyse. Zur Feststellung des Gehaltes des Magnetkieses an Gangart und Eisen wurde genau 1 g zunächst mit Salzsäure und nach der Entwicklung des Schwefelwasserstoffs zur Lösung des zurückgebliebenen Rückstandes mit Salpetersäure und Brom behandelt, zur Ermittlung des Schwefelgehaltes aber, um die Entwicklung von Schwefelwasserstoff und damit einen Verlust an Schwefel zu vermeiden, 1 g des Erzes mit rauchender Salpetersäure und Brom versetzt. Aus den erhaltenen Lösungen wurde dann nach Entfernung des überschüssig verwendeten Broms, der Salpetersäure und der Gangart das Eisen mit Ammoniak als Eisenhydroxyd gefällt und als Eisenoxyd bestimmt, der Schwefel aber aus der Menge des Bariumsulfats berechnet, das durch Zusatz von Bariumchlorid zu der zweiten von der Salpetersäure befreiten Lösung entstand. Zum Nachweis der Spuren Kupfer und der Abwesenheit von Nickel und Kobalt wurden 10 g des Erzes in Lösung gebracht und diese dem gewöhnlichen Gange der qualitativen Analyse unterworfen.

Resultate der Analysen und Aufstellung der Formel. Es wurden zwei Analysen genau durchgeführt und durch diese festgestellt, daß der ursprüngliche Magnetkies außer Spuren von Kupfer im Mittel 5,54 % Gangart, 57,49 % Eisen und 35,79 % Schwefel enthält. Somit besteht der reine, gangartfreie Magnetkies aus 60,86 % Eisen und 37,89 % Schwefel. Wird nun das Atomgewicht des Eisens zu 55,84 und das des Schwefels zu 32,07 angenommen, so ergibt sich durch Division der erhaltenen Prozente durch die entsprechenden Atomgewichte, daß in dem reinen Erz auf 1,0899 Atome Eisen 1,1815 Atome Schwefel oder auf 10,9 Atome Eisen 11,8 Atome Schwefel oder abgerundet auf 11 Atome Eisen 12 Atome Schwefel kommen, daß also die Formel des Magnetkieses $Fe_{11}S_{12}$ ist, eine Formel, die sich in $\{10FeS + FeS_2\}$ zerlegen läßt. Hiernach bestände der Magnetkies wesentlich aus Eisenmonosulfid, dem im ursprünglichen Zustande außer Quarz auch etwas Eisendisulfid (Schwefelkies) als Gangart beigemengt wäre. Theoretisch enthält die Verbindung $Fe_{11}S_{12}$ 61,49 % Eisen und 38,51 % Schwefel. Durch die Analysen wurden somit im Mittel 0,63 % Eisen und 0,62 % Schwefel zu wenig gefunden.

Breslau, im Oktober 1921.

Pallasit vom Fluß Kurtlak bei Khutor Lipowski, Stanitza Kaspopinskaja, Ust-Medweditzki Distrikt, Gebiet der Donischen Kosaken (Rußland).

Von Prof. Dr. **Peter Tschirwinsky** (Novotscherkassk)[1].

Dieser noch in der Literatur fast unbekannte Pallasit[2] wird jetzt im Mineralog. Institut der Universität Kharkow aufbewahrt.

Herr Michaïl Lapin, Assistent der Mineralogie an dieser Universität, hat, wie mir bekannt ist, schon im Jahre 1917 einen neuen Versuch des Zerschneidens dieses Meteorits unternommen und die chemischen Analysen des Olivins und Eisens angefangen. Um diese Zeit hat mir Herr Lapin liebenswürdigerweise vorläufige Resultate über seine Arbeit und was er über den Ursprung dieses Pallasits gewußt hat, mitgeteilt.

Diese Angaben sind in meiner Monographie über Pallasite, die als Manuskript seit Anfang 1918 fertig liegt, ausgenutzt und werden hier wörtlich in betreff auf unseren Pallasit wiedergegeben.

Der Pallasit wurde bei Khutor Lipowsky[3] von einem Bauern gefunden und dem Herrn Peter Karassew, einem Lehrer der Realschule in der Hauptstanitza des Bezirkes Ust-Medweditzki übergeben. Dieser hat im Jahre 1904 oder 1905 den Pallasit dem Geologischen Institut der Universität Kharkow geschenkt unter der Bedingung, daß er einen Teil des Meteorits erhalte. Ein kleineres Stück davon wurde für ihn damals abgeschnitten, der größere Teil des Meteorits in die Meteoritensammlung der genannten Universität eingereiht. Meine Versuche, durch Briefwechsel mit dem Herrn Karassew und anderen Personen in Ust-Medweditzki Distrikt, etwas Näheres über den Meteorit zu erfahren, sind bis jetzt ohne Erfolg geblieben. In meinem Besitz sind zwei von A. Fedorowski, Assistent der Geologie an der Universität Kharkow, besorgte photographische Aufnahmen von dem Stück, das in Kharkow aufbewahrt ist. Das Stück ist 3032 g schwer und wog vor dem Abschneiden wahrscheinlich nicht weniger wie 3,5 kg. Beim Abschneiden sind die Olivinkörner z. T. ausgebrochen; deswegen sind die Grenzen

[1] Nach dem Manuskript von mir gekürzt. R. Brs.

[2] Erste kurze Angaben darüber siehe in meiner Notiz „Die Pallasite", Bull. de l'Inst. Polytechnique du Don. Vol. VI. Abt. II (1918). Hier sind die Resultate der Bestimmung der quantitativen mineralogischen und chemischen Zusammensetzung dieses Meteorits kurz angegeben. Es soll bemerkt werden, daß „Khutor" im Dongebiet der Name ist für ein kleines Dorf, „Stanitza" für ein größeres Dorf; auf einem Grundbesitz viele Khutorn existieren können.

[3] Dieser Punkt liegt etwa 152 km (142 Werst) von der Stadt Zarizyn a. d. Wolga nach WNW entfernt und hat die geographischen Koordinaten: 12° 12′ östl. Länge von Pulkowo und 49° 4′ nördl. Breite.

zwischen diesen und dem Nickeleisen auf der Photographie nicht immer ganz scharf zu unterscheiden. In dem Verlust von Olivin liegt wahrscheinlich die Ursache, warum ich und Herr Studiosus S. Wassiliew einen großen Unterschied in den Ziffern der quantitativen chemischen und mineralogischen Zusammensetzung erhalten haben; ich habe 50,53 % Olivin, er aber 64,71 % nach Volum gefunden.

Nach seiner Struktur steht unser Pallasit dem von Admire am nächsten. Es soll bemerkt werden, daß Strukturtypus Admire-Eagle, der einige Zeit ganz isoliert zu stehen schien, in der Serie der Pallasite nicht so selten vorkommt und seine Merkmale, zwar in schwachem Grade, z. B. bei Pallasiten von Marjalahti, Brahin und Imilac wiederkehren. In genetischer Hinsicht ist er insofern interessant, als das Nickeleisen noch etwas beweglich geblieben war, zur Zeit, als schon die ganze Masse von Olivin erstarrt war.

Nähere Angaben über die Struktur der Eisenmasse kann ich zurzeit leider nicht mitteilen; dies wird erst möglich sein, wenn in meine Hände die von Herrn Prof. Dr. P. Pjatnicky und Assistent M. Lapin versprochene Platte des Pallasits kommen wird.

Nach vorläufigen Analysen von Lapin hat das gediegene Eisen des Pallasits folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	Mittel
Unlösl.	0,12	0,11	0,12
Fe	90,55	90,37	90,46
Ni	7,78	7,77	7,78
Co	nicht best.	nicht best.	—

Nickel wurde nach der Methode Brunck-Tschugajew bestimmt[1]. Herr Lapin hat auf gewogenen Filtern gearbeitet und bei zweimaligem Abfiltrieren noch eine kleine Menge von Nickel verloren (der Neubauer'sche Tiegel stand ihm leider nicht zur Verfügung). Kollege Lapin schreibt mir, daß er seine Ziffer für Nickel etwas niedrig schätzt. Zur Bestimmung des spezifischen Gewichts wurde das ganze 3032 g schwere Stück benutzt und von Lapin der Wert 4,733 (20^0 C) gefunden.

Bei dem (theor.) spez. Gew. des Nickeleisens 7,69 und Olivins (theor.) 3,36 kann man folgende quantitative mineralogische Zusammensetzung des Pallasits berechnen:

	Vol.-%
Olivin	68,36
Nickeleisen	31,64
	100,00

Ein anderer Weg für Bestimmung dieser Zusammensetzung ist die Anwendung der Methode von Delesse und Rosiwal, wozu die von Fedorowski photographierte Abschnittsoberfläche benutzt

[1] O. Brunck, Stahl und Eisen. 1908. Bd. 28. 1. Halbjahr. p. 331—333. — H. Backlund und W. Khlopin, Bull. de l'Acad. de Sc. de St. Pétersbourg. 1915. p. 1898.

wurde. Herr stud. Wassiliew hat auf diese Weise nach verschiedenen Methoden gefunden im Mittel: 64,71 Vol.-% Olivin und 35,29 Vol.-% Nickeleisen. Ich habe auch nach der Methode von Delesse gearbeitet und ein abweichendes Resultat gefunden, nämlich 50,53 Vol.-% Olivin und 49,47 Vol.-% Nickeleisen.

Wenn wir nur die Ziffern für Olivingehalt 68,36 und 64,71 in Rücksicht nehmen wollen, so haben wir im Durchschnitt Olivingehalt 66,54 nach Volum. Um den Gehalt nach Gewicht zu ermitteln, wollen wir folgende Gleichung schreiben und berechnen:

$$0{,}6654 \cdot 3{,}36 + 0{,}3346 \cdot 7{,}69 = 4{,}808818 \text{ (spez. Gew.)}$$

	Gew.-%
Olivin	46,49
Nickeleisen	53,51
	100,00

Um die Bauschanalyse des Pallasits zu berechnen, wollen wir die mittlere chemische Zusammensetzung des Olivins und des Eisens [1] benutzen, nämlich

	für Olivin		für Eisen
SiO_2	39,35	Fe	88,86
FeO	14,39	Ni	9,80
MgO	45,93	Co	0,55
MnO	0,08	Cu	0,06
NiO	0,02	Mn	0,04
CaO	0,03	S	0,17
Na_2O	0,02	P	0,14
Al_2O_3	0,09	C	0,31
Fe_2O_3	0,06	Cl	0,07
	99,97		100,00

Hieraus berechnet sich für den Pallasit von Khutor Lipowski die folgende Zusammensetzung:

SiO_2	18,30	Fe	47,55	
FeO	6,69	Ni	5,24	
MgO	21,35	Co	0,29	
MnO	0,04	Cu	0,03	53,51 % Nickeleisen
NiO	0,01	Mn	0,02	
CaO	0,02	S	0,09	
Na_2O	0,01	P	0,08	
Al_2O_3	0,04	C	0,17	
Fe_2O_3	0,03	Cl	0,04	

46,49 % Olivin

Nach der von mir ausgearbeiteten quantitativen Klassifikation der Pallasite gehört der Pallasit von Khutor Lipowski zwischen Pallasit von Ahumada (Olivingehalt nach Gewicht 46,22 %) und von Eagle Station (Olivingehalt 48,29 %).

Novotscherkassk, Institut für angew. Mineralogie und Geologie des Donischen Polytechnikums, Oktober 1920.

[1] Für alle bekannten Pallasite von mir berechnet. Die Zahlen der einzelnen Analysen schwanken ziemlich wenig.

Die Wiehler Mulde im Gebiete der Wiehl zwischen Agger und Bröl im Oberbergischen.

Von **Max Richter.**

Mit 1 Karte und 4 Textfiguren.

In der vorliegenden Arbeit will ich eine kurze Darstellung der stratigraphischen, faziellen und tektonischen Verhältnisse geben, die im Gebiete der Wiehl im Oberbergischen Lande herrschen. Die Arbeit beruht auf der Spezialkartierung 1 : 25 000 des Meßtischblattes Wiehl.

Über die Stratigraphie dieses und des weiter südlich bis zur Sieg folgenden Gebietes habe ich bereits vor einiger Zeit in einer vorläufigen Mitteilung[1] berichtet, ich kann mich deshalb in diesem Abschnitt kurz fassen.

A. Stratigraphie.

Die Schichtglieder, die sich am Aufbau des kartierten Gebietes beteiligen, sind folgende:

I. Untere Siegener Schichten.
   1. Odenspieler Schichten.
   2. Linzer Schichten.

II. Oberkoblenz.
   1. Rimmertschichten.
   2. Keratophyrtuff.
   3. Remscheider Schichten.
   4. Oberkoblenz anderer Fazies.

III. Unteres Mitteldevon.
   1. Hobräcker Schichten.
   2. Brombacher Schichten.
   3. Ohler Schiefer.
   4. Mühlenbergschichten.

IV. Diluvium.

V. Alluvium.

Wie aus dieser Zusammenstellung bereits hervorgeht, fehlen

a) die höheren Siegener Schichten, die über den Linzer Schichten liegen;

b) das ganze Unterkoblenz und

c) die Hohenhöfer Schichten (unterstes Mitteldevon).

Woher das Fehlen dieser Schichten kommt, werde ich im Abschnitt B erläutern.

[1] M. Richter, Unter- und Mitteldevon im Oberbergischen zwischen Agger und Sieg. Dies. Centralbl. 1921. No. 7.

I. Untere Siegener Schichten.

1. Odenspieler Schichten.

Sie treten nur in der Südwestecke der Karte auf, wo sie beiderseits der Bröl in zwei Sätteln in unser Gebiet hereinstreichen. Den Hauptbestandteil bilden quarzitische Grauwacken von grauer bezw. graugrüner Farbe. Daneben finden sich in großer Menge grünliche sandige Schiefer, dann auch glatte dunkelgraugrüne Schiefer.

Die Mächtigkeit beträgt mindestens 1000 m.

2. Linzer Schichten.

In meiner früheren Mitteilung sind diese als Spurkenbacher bezw. Bladersbacher Schichten bezeichnet. Diese beiden Lokalnamen gebe ich auf, von nun an führen diese Schichten den Namen „Linzer Schichten", da sie von Herrn Dr. H. Breddin auch bei Linz a. Rh. festgestellt wurden.

Auf der Karte finden sie sich in größerer Verbreitung bei Denklingen und bei Nümbrecht.

Bei Denklingen habe ich zwei Horizonte unterschieden: Der untere besteht zum überwiegenden Teil aus blaugrauen und graugrünen Grauwacken und Sandsteinen. Die blaugraue Farbe rührt von feinverteiltem Schwefelkies her, was durch einzelne größere Konkretionen von Schwefelkies bewiesen wird.

Weiterhin führt der untere Horizont noch intensiv gelbgefärbte, z. T. glimmerhaltige Schiefer.

Der obere Horizont besteht aus gelben, grünen und roten Schiefern von unregelmäßigem Bruch, ferner aus gelbgrünen feinkörnigen Sandsteinen und aus blaugrauen glimmerreichen Schiefern.

Als interessante Einlagerungen finden sich Linsen von reinweißen bis rötlichen Quarziten, die sich beim Verwittern mit einer roten Rinde überziehen.

Am besten zu studieren ist der obere Horizont am Südhange des Burgberges bei Denklingen, ferner außerhalb der Karte im Wiehltale zwischen Ufersmühle und Auchel. Charakteristisch sind immer die bunten Farben.

Die Mächtigkeit der Linzer Schichten dürfte bei Denklingen etwa 300 m betragen, nach SO nimmt sie rasch zu.

Bei Nümbrecht fehlt der untere Horizont. Der obere enthält die gleichen Schiefer wie bei Denklingen. Daneben finden sich braune, weiße und rote mürbe Grauwacken. Die Denklinger Quarzite fehlen.

Nördlich von Nümbrecht keilt dieser Horizont aus; als extrem litorale Fazies finden sich hier u. a. sehr grobe Grauwacken, die durch ein Zement von Brauneisen verkittet sind und die sehr viele Tongallen und kleine Sphärosideritkonkretionen enthalten.

Südlich von Nümbrecht werden die oberen Linzer Schichten 50—80 m mächtig.

II. Oberkoblenz.

1. Rimmertschichten.

Über den Linzer Schichten folgt die bedeutende, bereits erwähnte Schichtlücke, und so finden wir auf der Karte als nächstjüngere Stufe bereits die Rimmertschichten des Oberkoblenz.

In ihrer typischen Ausbildung bestehen diese aus hellen, quarzitischen Grauwacken. In den Grauwackebänken ist starke Deltaschichtung häufig (z. B. bei Schwarzpuhl oder Mühlen a. d. Bech).

Von Nord nach Süd geht in den Rimmertschichten folgender Fazieswechsel vor sich: Die typischen „Rimmertquarzite" verschwinden, an ihre Stelle treten mürbe grobe Grauwacken von weißer und brauner Farbe; gleichzeitig damit treten unregelmäßige brechende sphärosideritreiche Schiefer von gelber, grüner und roter Farbe auf.

Dabei nimmt die Mächtigkeit von Nord nach Süd ständig und rasch ab, zwischen Elsenroth und dem Bröltal keilen die Rimmertschichten über Odenspieler Schichten aus.

2. Keratophyrtuff.

Über den Rimmertschichten liegt eine nur wenig mächtige Lage von Keratophyrtuff, die nicht einmal überall vorhanden ist. Der Tuff besteht aus einer weißgrünlichen Masse, in der kleine Feldspateinsprenglinge liegen (zwischen Bielstein und Mühlen a. d. Bech).

Bei Kehlinghausen finden sich in den tieferen Lagen der Remscheider Schichten eine Unmasse zersetzter Feldspäte.

Sonst fehlt an der Grenze zwischen Rimmert- und Remscheider Schichten meist der Tuff. Es ist anzunehmen, daß er bereits vor Absatz der Remscheider Schichten größtenteils wieder abgetragen wurde, was nicht verwunderlich ist, da wir hier in der äußersten zeitweise trocken gelegenen Litoralzone der Rimmert- und Remscheider Schichten (besonders der letzteren) stehen.

Die kümmerlichen Tuffreste der Bielsteiner Gegend entsprechen dem Hauptkeratophyr des Sauerlandes.

3. Remscheider Schichten.

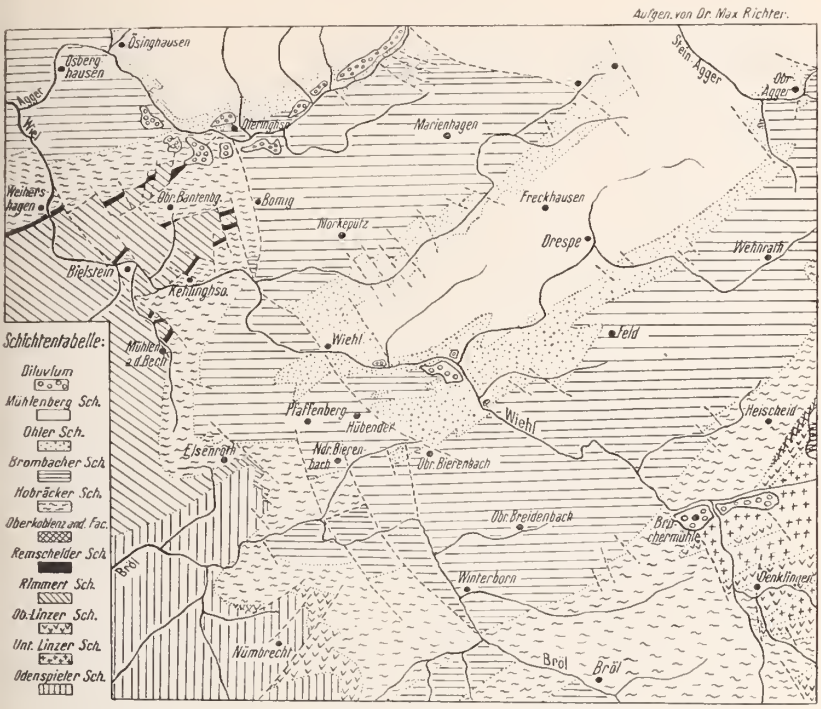
Sie bestehen aus dunkelroten Schiefern mit unregelmäßigem Bruch. Südlich von Oberbantenberg treten in diesen Schiefern Einlagerungen von graugrünen rauhsandigen Schiefern auf, die Beyrichien führen. Ich konnte

Beyrichia montana Spt.
und *B. embryoniformis* Spt.

bestimmen.

Die Mächtigkeit der Remscheider Schichten beträgt durchschnittlich 20 m. Ihr südlichstes Vorkommen liegt in dem Bahneinschnitt nördlich Mühlen a. d. Bech, wo sie noch etwa 5 m mächtig sind. Weiter südlich fehlen sie.

Auch die Remscheider Schichten keilen von Nord nach Süd aus.



Geol. Karte der Wiehler Mulde. Maßstab 1 : 125000.

Von den beiden am Nordrand der Karte nicht bezeichneten Orten heißt der westliche Alpe, der östliche Dorn.

4. Oberkoblenz anderer Fazies.

Am Ostrand der Karte zwischen Heischeid und dem Wiehltal tritt noch eine 5—6 m mächtige Schicht auf (graugrüne rauhsandige Schiefer), die sich nach dem Fossilbefund weiter östlich auf Blatt Eckenhagen als Oberkoblenz erweist. Auch dieses Oberkoblenz keilt von Nord nach Süd aus, bei Brüchermühle im Wiehltal ist es nicht mehr vorhanden, während es nach NO rasch zu größerer Mächtigkeit anschwillt[1].

III. Unteres Mitteldevon.

1. Hobräcker Schichten.

In diesen finden sich grünlichgraue, mehr oder weniger carbonatische Schiefer, Kalkschiefer, graugrüne rauhsandige Schiefer, Sandsteine und Kalke. Letztere treten vorwiegend an der unteren und oberen Grenze als „Basiskalke“ über den Remscheider und als „Grenzkalke“ unter den Brombacher Schichten auf.

[1] Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. H. Breddin.

Für verschiedene Punkte ergibt sich folgende Gliederung:

Oberbantenberg (ca. 350 m)	Mühlen a. d. Bech (ca. 250 m)	Denklingen (ca. 300 m)
Grenzkalk	Milde u. rauhe Schiefer	Kalkschiefer u. Kalke
Obere Schiefer	Sandsteine	Rauhschiefer u. Sandsteine
Sandsteine	Carbonat. Rauhschiefer	Kalkschiefer
Untere Schiefer	Basiskalk	Kalk- u. carbonatische
Basiskalk		Schiefer

Der Sandsteinhorizont, der bei Ründeroth (außerhalb d. Karte), Oberbantenberg und Mühlen a. d. Bech sehr mächtig (über 100 m) entwickelt ist, nimmt nach Süden rasch an Mächtigkeit ab und keilt bei Elsenroth aus.

Die Hobräcker Schichten sind sehr fossilreich.

2. Brombacher Schichten.

Diese auf Blatt Wiehl 600—700 m mächtige Schichtfolge setzt sich zum übergroßen Teil aus festen carbonatischen Sandsteinen von blaugrauer (verwittert graugrüner) Farbe zusammen. Untergeordnet finden sich wenig feste gelbe Sandsteine, Kalksandsteine, dann auch glatte ebenspaltende Schiefer von graugrüner bis grüner Farbe.

Ein überwiegend aus Korallen aufgebautes Kalklager befindet sich bei Pfaffenberg südlich Wiehl. Auch sonst finden sich vereinzelt dünne Kalkbänke.

Die Brombacher Schichten sind auf Blatt Wiehl die eintönigste und in der Ausbildung sich am meisten gleichbleibende Schichtfolge. Sie sind sehr fossilreich.

3. Ohler Schiefer.

Sie bestehen aus kalkreichen grauen Schiefern, die große Ähnlichkeit mit den Schiefern der Hobräcker Schichten haben. Der obere Teil der Ohler Schiefer führt graugrüne Sandsteine, die von West nach Ost abnehmen und verschwinden. Nördlich der Agger zwischen Dieringhausen und Ösinghausen besteht der obere Teil aus klüftigen Korallenkalken.

Der Fazieswechsel geht in Ost—West-Richtung vor sich. (Küste im Westen bezw. Nordwesten.)

Die Mächtigkeit der sehr fossilreichen Ohler Schiefer schwankt zwischen 150 und 250 m.

In meiner weiter oben bereits zitierten Arbeit habe ich die Ohler Schiefer als „Wiehler Schiefer“ bezeichnet. Diesen Namen gebe ich nun auf, da an der Identität meines „Wiehler Schiefer“ mit dem Ohler Schiefer von A. Fuchs kein Zweifel sein kann.

4. Mühlenbergschichten.

Es sind meist blaugraue bezw. graugrüne quarzitische Sandsteine, die typisch nördlich der Agger entwickelt sind. Südlich der Agger, im Innern der Wiehler Mulde, schalten sich blaugraue

kalkige Schiefer ein, die denen des Ohler Schiefer gleichen. Diese Schiefer nehmen nach Osten zu, die Sandsteine dagegen ab. Bei Oberagger wechseln Schichtenpacken von Sandsteinen mit solchen von Schiefern ab; der Fazieswechsel vollzieht sich also genau wie bei den Ohler Schiefern in West—Ost-Richtung. (Küste im W bezw. NW.)

Die Mächtigkeit der Mühlenbergschichten beträgt auf Blatt Wiehl etwa 350 m. Fossilien finden sich überall.

Die Mühlenbergschichten sind die jüngsten devonischen Sedimente, die zwischen Agger und Sieg erhalten sind.

IV. Diluvium.

Die Agger weist größere Terrasssen auf. Die auf der Karte ausgeschiedenen liegen 25—30 m über dem Fluß und bestehen aus Schottern und Lehm. Die Schotter sind sehr gleichförmig, meist sind es Gerölle eines feinkörnigen gelbbraunen Sandsteines, der Abdrücke von Crinoidenstielgliedern enthält.

Die Schotter erreichen eine Mächtigkeit von 2—3 m.

Die Wiehl hat ebenfalls Schotter- und Lehmterrassen, doch in sehr geringer Zahl. Am besten aufgeschlossen sind die Schotter bei Nürsche, OSO von Wiehl. Sie zeigen eine bunte Zusammensetzung: es sind Gesteine aus den Odenspieler, Linzer und Brombacher Schichten. Am meisten fallen die weißen Quarzite der Linzer Schichten auf. Die Schotter liegen auf Ohler Schiefer, 5 m über der Wiehl.

Schotter und Sand sind ca. 1,5 m mächtig, über ihnen liegt noch 2—2,5 m weißer und gelber Lehm.

V. Alluvium.

Dem Alluvium gehören die Aufschüttungen von Schotter, Sand und Lehm auf der heutigen Talsohle an. Dem Alluvium ist ferner der Gehängeschutt zuzurechnen, der vielfach die Abhänge überzieht. Oft liegt er auf den Terrassen und läßt so sein alluviales Alter erkennen.

B. Faziesverhältnisse.

In diesem Abschnitt soll auf das Auskeilen der einzelnen Stufen eingegangen werden, um daraus die Bodenbewegungen ablesen zu können, die die Erklärung für die großen vorhandenen Schichtlücken geben.

Die Odenspieler Schichten keilen von Süd nach Nord an einer nördlich außerhalb des Oberbergischen gelegenen Küste aus.

Die Linzer Schichten tun dasselbe bedeutend weiter südlich, ihre SW—NO verlaufende Nordküste lag in der Gegend von Schönenberg—Nümbrecht.

Infolge weiteren Vorrückens der Küste nach S während der Ablagerungszeit der höheren Siegener Schichten fehlen diese im Oberbergischen (und auch infolge Erosion während des Unter- und Oberkoblenz).

Mit Beginn des Unterkoblenz erfolgt die Transgression der Verseschichten (von O und W). Sie ging aber nicht über das ganze Gebiet hinweg, sondern der südliche Teil des Oberbergischen verblieb Festland. Die Verseschichten keilen daher von N nach S aus (z. B. bei Drabenderhöhe auf Blatt Engelskirchen).

Die gleichen Verhältnisse bestehen auch im Oberkoblenz. Die Rimmert- und Remscheider Schichten keilen ebenfalls von N nach S (etwas südlicher wie das Unterkoblenz) an dem südlich gelegenen Festland aus. Infolge Fehlens der oberen Siegener Schichten und des Unterkoblenz liegt das Oberkoblenz direkt auf den Odenspieler Schichten.

Während der Zeit des untersten Mitteldevons (Hohenhöfer Schichten) verlagert sich die Küste etwas nach Norden, die Hohenhöfer Schichten treten nirgends südlich der Agger auf.

Nun folgt die große Transgression der Hobräcker Schichten, die sich überall auf Blatt Wiehl vorfinden. Naturgemäß transgredieren sie jetzt über die verschiedensten Schichten hinweg: im Norden über Remscheider-, dann Rimmertschichten. Südlich des Auskeilens der Rimmertschichten liegen sie auf Odenspieler Schichten; hier ist die Schichtlücke am größten. (Hellberg SO von Elsenroth.)

Weiter südlich, wo die nach N auskeilenden Linzer Schichten einsetzen, liegen sie auf diesen.

Es fehlen also an dieser ungeheuren Schichtlücke die mittleren und oberen Siegener Schichten, das Unter- und Oberkoblenz und das unterste Mitteldevon. Diese Schichtlücke findet sich überall im südlichen Oberbergischen.

Das Entstehen dieser interessanten Verhältnisse sei noch einmal kurz mit folgenden Worten skizziert:

α) Ständiges Vorrücken der Küste von Nord nach Süd bis zum Westerwald hin während der Ablagerung der Siegener Schichten. Daher Ausdehnung des Festlandes von Nord nach Süd.

β) Transgression des Unterkoblenz in Gestalt der Verseschichten von Ost und West im nördlichen Teil des Oberbergischen. Dadurch entsteht ein insel- oder halbinselartiges Gebiet beiderseits der mittleren und unteren Sieg, dessen nördlicher Küstenrand zwischen Agger und Sieg, dessen südlicher Küstenrand vermutlich im Westerwald liegt. Auskeilen der gesamten Koblenzschichten am Nord- und Südrand dieses Festlandes.

γ) Transgression der Hobräcker Schichten von N bezw. NO her über große Teile des Festlandes, das aber, wenn auch zerstückelt und stark verkleinert, noch eine Zeitlang bis

ins untere Mitteldevon bestanden haben mag, wie das aus dem Fazieswechsel und den Isopen in den Stufen des unteren Mitteldevons sich ableiten läßt, wo die Litoralfazies nach Westen liegt.

Das Festland dürfte meiner Ansicht nach auch völlig genügen zur Erklärung der Faziesunterschiede zwischen den rheinischen und den sauerländisch-oberbergischen Koblenzschichten.

In diesem Abschnitt möchte ich noch darauf hinweisen, daß nach den Litoralzonen zu eine starke Eisenanreicherung erfolgt, was sich in der Gestalt von Rotschiefern, Sphärosideritkonkretionen und Brauneisen zeigt. Das beobachtet man in der Litoralzone der Linzer Schichten (Rotschiefer, Brauneisen), in der der Rimmertschichten (Rotschiefer, Sphärosiderit, Brauneisen); das gleiche zeigt sich auch in dem bei Elsenroth auskeilenden Sandsteinzug der Hobräcker Schichten. (Außerhalb der Karte findet sich dasselbe bei den auskeilenden Verseschichten.)

Man kann wohl sagen, daß Rotschiefer und Brauneisen ein Charakteristikum der Litoralzonen im Oberbergischen sind.

C. Tektonik.

In diesem Abschnitt kann ich mich kurz fassen, da die Spezialtektonik des Gebietes aus der beigegebenen Karte hervorgeht.

Die auftretenden Falten sind meist flachwellig, kurze und steile Falten sind selten; im Durchschnitt beträgt der Einfallswinkel der Schichten 35^0, wie das auch auf den Profilen zur Geltung kommt. Überkippte Falten finden sich nirgends, es sind alles stehende Falten. Sie erinnern in ihrer ruhigen Großzügigkeit vielfach an die Faltenbilder des Schweizer Jura.

Das tektonische Bild, das uns auf Blatt Wiehl entgegentritt, ist sehr klar und einfach. Der Zusammenschub durch die Faltung beträgt durchschnittlich 11 %.

In großen Zügen betrachtet stellt das auf der Karte zur Darstellung kommende Gebiet eine Mulde von Schichten des unteren Mitteldevons dar, die im W mit unterdevonischen Sätteln verzahnt ist. Am Ostrand der Karte tritt ein unterdevonischer Sattel bei Denklingen auf (Fig. 1).

Nach Süden zu geht die Wiehler Mulde in die Mulde von Waldbröl über. An der Grenze zwischen beiden Mulden erfährt das mitteldevonische Gebiet eine starke Einschnürung (auf 6 km) durch den von Südwest hereinragenden Nümbrechter Sattel und den im Osten auf der gleichen Hebungslinie auftauchenden Denklinger Sattel. Was nördlich einer Verbindungslinie dieser beiden Sättel liegt, rechne ich zur Wiehler, was südlich davon, zur Waldbröler Mulde (Fig. 2).

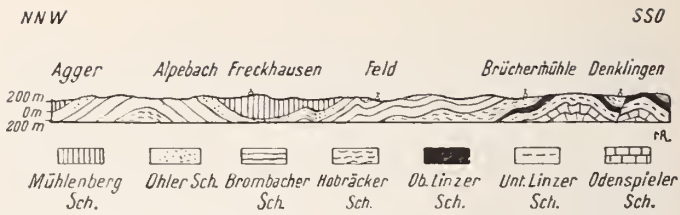


Fig. 1. Profil Aggertal—Freckhausen—Brüchermühle—Denklingen. 1 : 150000.

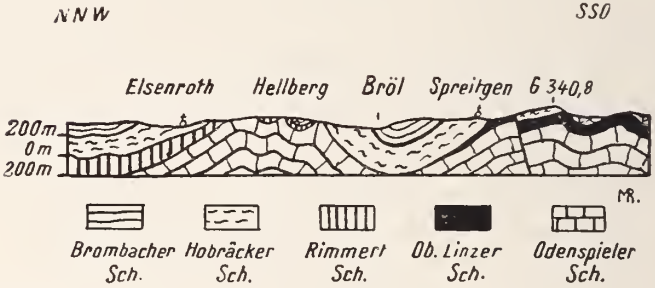


Fig. 2. Profil durch den Bröl- und Nümbrechter Sattel. 1 : 75000.

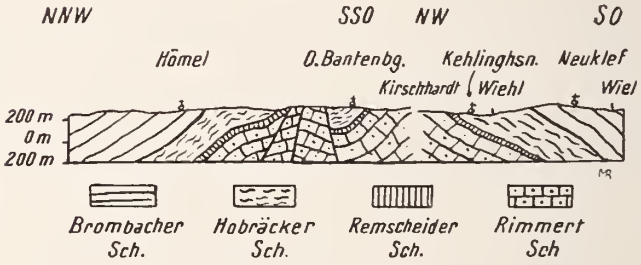


Fig. 3. Profil durch den Bielsteiner Sattel. 1 : 75000.

Im Nordwesten der Wiehler Mulde folgt der Bielsteiner Sattel (Fig. 3), jenseits dessen die Ründerother Mulde folgt. Auf der Karte kommt der südöstlichste Teil derselben noch zur Darstellung.

Der Bielsteiner Sattel ist nicht einheitlich, sondern in zwei Spezialsättel und eine Scheitelmulde geteilt. Diese Einmuldung ist bereits an der Straße Weihershagen—Bielstein in den Rimmertschichten zu beobachten.

Bei Oberbantenberg ist diese Mulde keine normale Einfaltung mehr, sondern sie ist an Verwerfungen eingesunken; in ihr liegen Hobräcker Schichten. Die nördliche Randverwerfung der Scheitelmulde ist jünger als die übrigen Störungen, die alle an ihr enden.

Als östliche Fortsetzung des Bielsteiner Sattels tritt die „Bielsteiner Sattelzone“ auf, die sich durch die ganze Karte hindurch verfolgen läßt. Südlich von ihr folgt die Wiehler, nördlich von ihr die Gummersbacher Mulde.

Während der Bielsteiner Sattel vom Oberkoblenz aufgebaut wird, beteiligen sich am Aufbau der Sattelzone nur noch Schichten des unteren Mitteldevons, und zwar infolge des Sinkens der Sattelachse nach NO immer jüngere Schichten, je weiter wir in dieser Richtung gehen.

Die meisten Störungen, die auf Blatt Wiehl auftreten, sind Querstörungen, daneben finden sich wenige Längsverwerfungen, die älter als die Quersprünge sind, da sie von ihnen abgeschnitten werden. Noch jünger sind folgende Störungen:

1. Die nördliche Randverwerfung der Bielsteiner Scheitelmulde.

2. Eine Störungszone, die durch das Aggertal von NW her bis Dieringhausen läuft, von da über Bomig—Alperbrück nach Wiehl und weiter bis gegen Oberbreidenbach zu läuft, längs ihr ist der östliche Gebirgsteil abgesunken.

3. Im Gefolge dieser Störung treten nordöstlich von Nümbrecht drei längere NW—SO streichende Verwerfungen auf; bei den beiden westlichen ist ebenfalls der östliche Gebirgsteil gesunken, bei der dritten östlichen dagegen, die durch das Bröltal verläuft, der westliche bezw. südwestliche.

4. Eine Störung Aggertal—Merkausen—Alpe. An dieser Störung ist ebenfalls der östliche Gebirgsteil abgesunken.

Durch diese großen, NW—SO laufenden Störungen wird ein staffelförmiges Abbrechen des Gebirges nach O bezw. NO bewirkt.

Überschiebungen sind auf Blatt Wiehl nirgends vorhanden.

Im folgenden soll nun kurz auf die Darstellungen von A. Denckmann eingegangen werden, der sich auch mit dem Oberbergischen verschiedentlich befaßt hat [1] und eine allerdings etwas sehr schematische Übersichtskarte 1 : 500000 publiziert hat, auf der auch unser Gebiet zur Darstellung kommt. In meiner Mitteilung über das oberbergische Land zwischen Agger und Sieg habe ich ja bereits gegen die Auffassung von A. Denckmann Stellung genommen.

Durch dessen Arbeiten ist in das Oberbergische Land eine Tektonik hineingetragen worden, die das wirkliche tektonische Bild verzerrt und eine falsche Vorstellung davon erweckt hat. (Siehe z. B. die geol. Übersichtskarte der Rheinprovinz von C. Mordziol.)

---

[1] A. Denckmann, Die Überschiebung des alten Unterdevon zwischen Siegburg a. d. Sieg und Bielstein im Kreise Olpe. v. Koenen-Festschrift 1907; — Neue Beobachtungen über die tektonische Natur der Siegener Spateisensteingänge. I. u. II. Berlin 1912 u. 1918. Archiv f. Lagerstättenforsch.; — Geol. Grundriß und Profilbilder als Erläuterungen zur älteren Tektonik des Siegerlandes. Berlin 1914. Archiv f. Lagerstättenforsch.

Der Kern der Denckmann'schen Ausführungen ist kurz folgender: Die großen Schichtlücken, die im Oberbergischen bestehen, sind die Folge einer großen Überschiebung, längs der die Schichten des tiefen Unterdevons auf Oberkoblenz oder unteres Mitteldevon geschoben sind. Später ist längs zweier großer meridional streichender Störungen die Überschiebungsdecke zerrissen und beiderseits eines stehen gebliebenen Teiles in die Tiefe gesunken. So entstand der „Horst von Waldbröl".

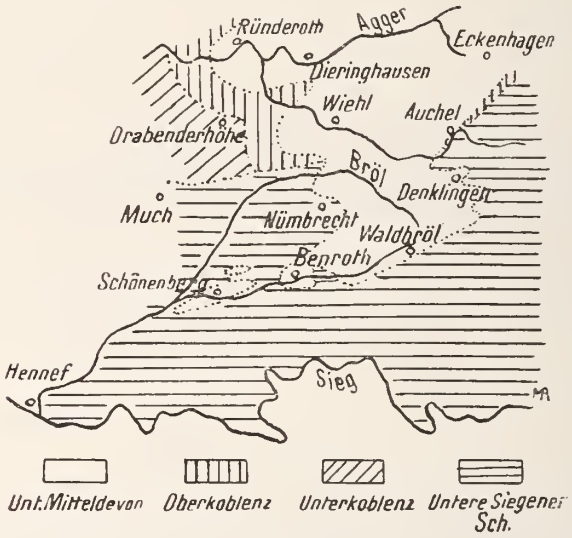


Fig. 4. Geol. Übersichtskarte des Gebietes zwischen oberer Agger und Sieg. 1 : 500000.

Statt Benroth lies Berkenroth.

Meine Untersuchungen haben ergeben, daß keine der beiden für den „Horst" nötigen Randverwerfungen vorhanden ist. Die östliche Randverwerfung würde auf Blatt Wiehl bei Denklingen hindurchstreichen. Hier ist aber ein gegenseitiges Verzahnen von Sätteln und Mulden vorhanden, Querstörungen von geringem Ausmaß beeinflussen das tektonische Bild nur wenig.

Ebenso schlecht ergeht es der westlichen Randverwerfung: von ihr ist keine Spur vorhanden. Außerdem ist auf der Westseite des Horstes auf der Karte von A. Denckmann die Grenze zwischen Unter- und Mitteldevon um 5—10 km zu weit nach Westen gelegt.

Wie ein Blick auf den Westrand meiner Karte zeigt, ist die Grenze zwischen Unter- und Mitteldevon keine Verwerfung, sondern eine Reihe N—S verlaufender Sättel und Mulden, die sich gegenseitig verzahnen.

Es erweist sich also der „Horst von Waldbröl“ als eine einfache Mulde (Fig. 4).

Nun zu der Überschiebung selbst. Nachdem ich die Faziesverhältnisse und das Auskeilen der einzelnen Stufen auseinandergesetzt habe, bleibt für eine Überschiebung im Oberbergischen nichts mehr übrig. Rein äußerlich spricht dagegen schon folgendes:

Das gleichsinnige Fallen und die völlige Konkordanz der Schichten im Liegenden und Hangenden der angenommenen Überschiebung; dann das Fehlen einer jeglichen tektonischen Breccie und Unregelmäßigkeit an den Schichtlücken. Ferner auch, daß sich die Schichtlücken nicht nur da finden, wo Denckmann seine Überschiebung einzeichnet, sondern an jedem beliebigen Punkte an der Grenze zwischen Unter- und Mitteldevon, oder auch in ersterem selbst (Oberkoblenz über unteren Siegener Schichten).

Zu bemerken wäre, daß wahrnehmbare Diskordanzen nirgends zu beobachten sind.

So sprechen also gegen die Überschiebung die Faziesverhältnisse und die einfache Tektonik des Gebietes, die aus meiner Beschreibung und der Karte klar hervorgeht. Die nicht allzuzahlreich auftretenden Störungen haben das ursprüngliche Faltenbild nur wenig in Mitleidenschaft gezogen und verändert; und der erste Blick, den wir auf die Karte werfen, zeigt ein ziemlich einfaches und in seiner Gesamtheit harmonisch verlaufendes tektonisches Bild.

Beziehungen des Tertiärs der Waldheimat zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen.

Von **J. Stiny** in Bruck a. Mur.

Mit 2 Kärtchen.

Herr Bergingenieur Aug. Aigner machte mich darauf aufmerksam, daß seiner Meinung nach das Tertiär von Ratten und St. Kathrein am Hanenstein, welches im Schrifttume[1] seit langem bekannt ist, eine größere Erstreckung besitze, als bisher angenommen wurde. Die daraufhin von mir gepflogenen Erhebungen ergaben, daß die Ausdehnung des Tertiärs nördlich von Ratten und St. Kathrein tatsächlich um ein Vielfaches größer ist, als die handschriftliche Karte der Geologischen Reichsanstalt dies vermuten ließe; das überraschendste Ergebnis der Begehungen war aber, daß die Tertiärvorkommnisse der nach dem Geburtshause Roseggers — „Klnppenegger“ — sogenannten „Waldheimat“ sich

[1] A. Miller v. Hauenfels, Die steirischen Bergbaue. 1859. — Hartnigg, Das obere Feistritztal. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. 1886. — W. Petrascheck, Die miocäne Schichtfolge am Ostfuße der Alpen. Verh. d. geol. Reichsanst. Wien 1915. p. 310 ff.

nach einer Linie anordnen, welche mit gewissen Baulinien des Nordostspornes der Alpen auffallend gleichgerichtet ist.

Das Tertiär der Waldheimat besteht aus einzelnen, durch Aufragungen des kristallinen Grundgebirges voneinander getrennten Mulden. Die östlichste ist zwischen dem Kranawetkogel (1164 m) und dem gegen die Pretulalpe (1656 m) emporziehenden Rücken der Rattener Alpe eingebettet; ihre Sohle ist in etwa 1000—1020 m Seehöhe vom Koglbache angeschnitten; die Achse der Mulde streicht gegen Nordosten, genau so, wie dies auch im großen und ganzen bei dem Rücken der Rattener Alpe beobachtet werden kann. Nach einer Unterbrechung durch den Grundgebirgsrücken, welcher die Gehöfte „Großmarker" und „Kohlhofer" trägt, folgt hierauf die größte Tertiärmulde der Waldheimat, welche, die Gehöfte „Buchebner", „Moosbauer" usw. tragend, von den Abhängen des Hauerecks (1292 m), dem Kirchenkogel und einem vom „roten Kreuz" herabziehenden Urgebirgssporn umrahmt wird; das Muldentiefste verläuft, wie Bohrungen gezeigt haben, unregelmäßig und läßt mehrere die Achse querende Verwürfe erkennen; sein tiefster Punkt liegt in etwa 724 m Seehöhe, also noch um rund 100 m niedriger als der Anschnitt der Mulde durch den Kohlbach; dies spricht für eine Abwärtsbewegung von mindestens 360—400 m; das Streichen der „Kathreiner Mulde", wie man diesen Tertiärfetzen im Gegensatze zu jenem „am Kogel" bei Ratten gewöhnlich nennt, stimmt mit jenem von Ratten vollkommen überein.

Während die bezeichneten zwei Mulden wegen ihrer nicht unbeträchtlichen Kohlenführung seit langem beschürft werden und den Bergleuten bekannt waren, entging es bisher der Kenntnis der Geologen, daß diese Tertiärreste genau in ihrem Streichen liegende, westliche Fortsetzungen besitzen. So folgt auf den von den Gehöften „Fankl" und „Königshofer" gekrönten Rücken wiederum eine, allerdings sehr kleine Mulde, eingebettet zwischen die Gehöfte „Blaser" und „Birker". Ein schmaler Grundgebirgsbuckel trennt dieses Vorkommen, das sich besonders durch starke Durchnässung der sumpfigen Wiesen und feuchten, mächtige Heidelbeerplaggen und Torfmoosrasen tragende Waldgründe verrät, von einem weiteren schmalen Tertiärstreifen, der südlich vom „Sonnleitner" und „Retthofer" gegen das Gasthaus „Roseggerhof" emporzieht. Eine in diesem Muldenlappen beim Roseggerhofe abgeteufte Bohrung fuhr tertiäre Sande und Tegel mit Kohlenspuren an. Das Gasthaus selbst dürfte bereits auf einem Grundgebirgsbuckel liegen; obwohl sichere Aufschlüsse fehlen, kann dies aus der Gepflogenheit der Siedler vermutet werden, ihre Häuser tunlichst auf gewachsenem Fels zu gründen und das Tertiär zu meiden, das mit seinen Rutschungserscheinungen, seinem Gekrieche und Gewälze und seiner Feuchtigkeit keinen angenehmen Baugrund abgibt. Gegen Westen folgt nun wieder eine etwas ausgedehntere Tertiärmulde von etwa

350 m Breite und über 1000 m Länge; ihre höchsten, noch erhaltenen Absätze bestehen aus groben, wohlgerundeten, geglätteten und beginnende Quarzauslese zeigenden Fernschottern, die namentlich beim Gehöfte „Stocker" und auf dem Höhenwege zum Ziesleranger oberhalb des „Kleinheidenbauer" in Menge gefunden werden; die Einheimischen erzählen auch von Kohlenbrocken, die in den Wasserfurchen der Tertiärhänge bereits gesehen worden wären; die Sohle der Mulde liegt in etwa 980 m Seehöhe oder auch etwas tiefer. An dieses sichere Tertiärvorkommen schließt sich auf der Südseite des Grabens beim Kleinheidenbauer ein strittiges, kaum 10 ha Fläche einnehmendes, mit dem ersteren unmittelbar zusammenhängendes an; es ist dies das vernäßte, ärmlichen Waldbestand tragende und in ganz allmählicher Abwärtsbewegung begriffene, zum Freßnitzgraben einer- und zum Heidenbauerbachel andererseits abfallende Gelände, das einem Erdgletscher (Gewälze) ungemein ähnelt und in seinen spärlichen Entblößungen nur Granitgneisschutt enthüllt. Es muß unentschieden bleiben, ob es sich bei dieser Ablagerung um anstehendes Tertiär oder um einen abgerutschten und von Urgebirgsschutt überströmten und überwältigten Tertiärfetzen handelt.

Das Grundgebirge[1], das die Tertiärmulden beherbergt, setzt sich im gegenständlichen Gelände überall aus mehr oder minder vergneisten, vorwiegend grobkörnigen bis porphyrartigen Graniten zusammen, welche je nach dem Grade ihrer Umprägung am besten als Gneisgranite oder als Granitgneise bezeichnet werden. Sie stimmen gesteinskundlich vollkommen mit jenen Gneisen überein, welche als „Mürztaler Grobgneis" und als „Granitgneis von Birkfeld" bereits beschrieben worden sind. Diese Granitgneise stecken in einer Hülle verschiedener, von Absatzgesteinen sich herleitender, teils mehr gneis-, teils mehr glimmerschieferähnlicher, kristalliner Schiefer, welche, vom Graneck herüberstreichend, das Höllkögerl, den Kathreinerkogel und die Berghänge aufbauen, welche die Siedlungen „Steinbauer", „Höflbauer", „Tonhofer", „Allitschbauer" usw. tragen. Ähnliche Schiefer finden sich aber auch wieder im Süden des Aufnahmsgebietes, wo sie auf den Anhöhen zu beiden Seiten des Brennleitengrabens und dann auch des Hirschbaches unterhalb St. Kathrein anstehend gefunden werden. Aus den Lagerungsverhältnissen geht hervor, daß die Granitgneise, am Rande ihres Verbreitungsgebietes Ausläufer (Apophysen) in den unechten Gneis entsendend, in den Schiefern stecken und mit ihnen gleichzeitig gefaltet worden sind.

[1] vgl. auch: H. Mohr, Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostspornes der Zentralalpen. — J. Stiny, Zur Kenntnis des Mürztaler Granitgneises. Verh. R.-A. Wien. 1914. p. 305 ff. Vgl. den hier gegebenen Schrifttumnachweis; — Granitgneis von Birkfeld. Dies. Centralbl. 1918. p. 22 ff.

Das Einfallen des Granitgneises und der ihn einhüllenden Schiefer ist im großen und ganzen gegen Nordwesten und Nordnordwesten gerichtet und fällt somit nicht nur mit der Hauptrichtung des breiten Kammzuges der Kathreiner und der Rattener Alpe, sondern auch mit dem Streichen der Tertiärmuldenachsen zusammen. Im einzelnen muß man allerdings häufige, untergeordnete und rein örtliche Abweichungen von diesem allgemeinen Einfallen feststellen; diese häufen sich in der Umgebung von St. Kathrein und von Falkenstein, wo vielfach nordöstliche bis ostnordöstliche Einfallrichtungen erhoben wurden; ungewöhnlich ist auch das südliche Einschießen der Granitgneisbänke am Ziesleranger. Außer diesen plötzlichen und unvermittelten Änderungen der Streichrichtung liefern noch andere Erscheinungen Fingerzeige für Verschiebungen der Schollen längs lotrecht oder schräg verlaufender Bewegungsflächen. So sind die für die Aufnahme und Abbildung von Gebirgsdruckerscheinungen sehr empfindlichen, grobkörnigen und porphyrartigen Granitgneise streifenweise oder längs bestimmter Linien oft nicht nur vollständig zertrümmert, zerbrochen und zu förmlichem Grus zerrieben, sondern unter hohem, quetschendem Drucke teilweise bis gänzlich sericitisiert und in Sericitgneis, stellenweise sogar in Sericitschiefer umgewandelt worden. In der Nähe der Hoheneggergehöfte und nördlich von St. Kathrein ist bei der Verwitterung solcher sericitisierter echter Gneise „Weißerde" entstanden, eine kaolinähnliche, sehr bindige, stark bildsame, durch Quarzkörner und Schieferbröckchen verunreinigte Masse, welche dem „Leukophyllit" Starkl's [1] sehr verwandt ist und auch im Dissauergraben in Menge gefunden werden soll. Alle diese Zertrümmerungserscheinungen und anderen Störungsanzeichen sind auf Linien angeordnet, welche dem Verlaufe der Tertiärvorkommen auffallend gleichgerichtet sind und nicht anders denn als Bruchlinien gedeutet werden können.

Darauf weist auch die Gestaltung des Geländes hin. Steht man auf der Anhöhe oberhalb des Kluppeneggergutes oder auf dem Sattel beim Roseggerhofe, dann fällt dem formenkundigen Auge rasch und unwillkürlich die Tiefenfurche auf, welche mit eindringlicher Deutlichkeit aus der Gegend des Bergbaues am „Kogl" über den „Schweigbauer", „Buchebner" und den Roseggerhof gegen den Punkt 1078 der Detailkarte östlich des Kleinheidenbauers zieht. Die Geländegestaltung bestätigt hier aufs klarste den geologischen Befund, daß längs der ganzen, vom Freßnitzgraben bis zum Klaffenbache reichenden Linie ein schmaler Geländestreifen zu Bruche gegangen und auf Südwest—Nordost streichenden Verwerfungsflächen in die Tiefe gesunken ist. Wir haben eine Art Graben-

[1] G. Starkl. Über Vorkommen ... der Weißerde bei Aspang. Jahrb. R.-A. Wien. 1883. p. 644 ff.

bruch vor uns, dessen abgesunkene Teile aber nicht überall gleichmäßig tief niedergegangen sind, sondern durch eine Reihe von Querstörungen noch weiter in einzelne Schollen zerlegt wurden, deren jede für sich um untereinander sehr verschiedene Beträge abwärts sank oder gegen ihre Nachbarschaft in der Bewegung zurückblieb, was der Wirkung nach auf dasselbe hinausläuft. In die Senkungsfelder schütteten tertiäre Flüsse sodann Ablagerungen, die sich in der geschützten Lage noch erhalten konnten, als ringsum auf den Höhen das Tertiär bereits wieder abgetragen worden war. Vieles spricht dafür, daß die ältesten, von Kohlenflözen und Schmitzen durchzogenen Ablagerungen gleichalt mit den kohleführenden Absätzen von Eibiswald—Wies, Köflach—Voitsberg, Leoben usw. sind und daher der ersten Mittelmeerstufe Suess angehören. Die flözhaltigen Liegendschichten werden ungleichmäßig von groben Schottern und Blockschuttmassen überlagert, die den Vergleich mit den übrigen steirischen Kohlenvorkommen noch vervollständigen. Von den Wirkungen des flächenhaften Abtrages und des Tiefenschurfes des Wassers abgesehen, sind uns die tertiären Ablagerungen aber auch sonst nicht mehr in ihrer ursprünglichen Form erhalten; die den Grobbewegungen nachklingenden, allmählichen Senkungen des Geländes und Feinbewegungen rascherer Gangart haben die Kohlenflöze stellenweise stark verbogen, an den Muldenrändern geschleppt, aufgebogen und mehr oder minder verworfen, z. T. wohl auch infolge Auftretens wagrechter Teilkräfte verschuppt.

Gleichgerichtet zu dieser, auf über 10 km Entfernung verfolgbaren, wichtigen Baulinie der Fischbacher Alpen, die man Roseggers Geburtsstätte zu Ehren als „Waldheimatlinie“ bezeichnen könnte, verlaufen noch einige andere, teils mehr untergeordnete, teils auffälligere Störungslinien. Die wichtigste unter ihnen zieht südöstlich des Teufelsteins durch; ihrem Zertrümmerungsstreifen darf wohl der überraschend steile, mit den sonstigen flachen Formen dieses an Landschaftsbilder aus dem Böhmerwalde erinnernden Berges gar nicht in Einklang zu bringende Südostabsturz gegen den Dissauergraben in Zusammenhang gebracht werden. Die mit der Waldheimatlinie in Verbindung stehenden Verwerfungen haben, wie die Hauptlinie selbst, die Ausbildung des Entwässerungsnetzes der Gegend stark beeinflußt. So bilden der Unterlauf des Granecker-baches und Allitschbaches, der obere Tanzmeistergraben und Teilstücke des Gschwendtbaches, der Freßnitzgraben-Oberlauf und der Mittellauf des Hirschbaches deutliche Tiefenfurchen, die wohl früher einheitlich für sich entwässert wurden; ganz jung sind die Schluchten und Felsklammen, welche annähernd quer zum Streichen durch rückschreitenden Tiefenschurf die alten, langen, südwest—nordöstlich streichenden Täler zerschnitten und angezapft haben, wie z. B. die Enge des Freßnitzbaches unterhalb der Waldschule, die an Schnellen

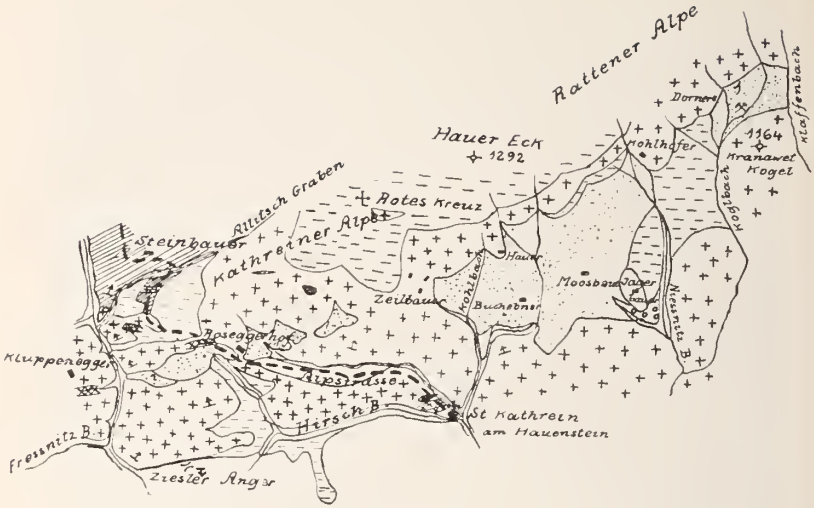


Fig. 1. Riß des Tertiärvorkommens bei St. Kathrein am Hauenstein. Maßstab 1 : 75000.

Weiß: Schwemmschutt der Täler. Wagrecht unterbrochen gestrichelt: Gehängschutt. Geringelt: Eiszeitablagerungen. Punktiert: Tertiär. Schräg gestrichelt: Wechselgneise. Gekreuzelt: Granitgneis der Waldheimat (liegende Kreuze: Quetschstreifen). Schwarz: Quarziteinlagerung.

reiche Klamm des Hirschbaches unterhalb des Roseggerhofes und die Schlucht des Hirschbaches mit ihren Wasserfällen vor der Einmündung in die Feistritz. Diese jungen Einkerbungen mit ihren oft felsigen oder nur mit einer dünnen Verwitterungshülle bekleideten Einhängen stehen in schroffstem Gegensatze zu den weichen, sanft abgedachten, alten Geländeformen, wie sie uns in den breiten, wellig-kuppigen Rücken mit ihrer mächtigen, oft 4—6 m dicken Verwitterungshülle gegenübertreten. Auf solchen, nach Aigner's[1] Forschungen wohl pliocänen Resten der ehemaligen Landoberfläche liegen zuweilen auch Flußsande und Schotter verstreut; so auf der gegen Nordosten von etwa 900 bis ungefähr 960 m Seehöhe sanft ansteigenden, „am Reith" genannten Ebenheit. So wie Aigner[1] dies bezüglich der Birkfelder Gegend angibt, kann man auch im Gebiete der Waldheimat zwei alte Landoberflächenreste deutlich voneinander unterscheiden; der höhere strahlt von dem Wechselschilde aus und sinkt allmählich zum Eckberge (1214 m) ab, der andere umfaßt Höhen, welche heute etwa zwischen 900 und etwas über 1000 m schwanken; die Ausgangsform der heutigen Gelände-

[1] Andreas Aigner, Geomorphologische Studien über die Alpen am Rande der Grazer Bucht. Jahrb. R.-A. Wien. 1917. p. 293 ff.

Fig. 2. Kärtchen der Mur—Mürzfurche. 1 : 1 250 000.

Punktiert: Tertiär. 1 = Säuerling von Sauerbrunn bei Talheim. 2 = Warmquelle in der Breitenau. 3 = Alkalisch-muriatischer Säuerling von Fentsch—St. Lorenzen. 4 = Säuerling von Allerheiligen im Mürztale. 5 = Säuerlinge von Zlatten bei Pernegg. 6 = Sauerbrunnen von Stanz bei Kindberg. 7 = Sauerbrunnen bei Seckau. Baulinien: a—a = Waldheimatlinie; b—b = Aflenzer Linie, vielleicht die Fortsetzung von c—c = Trofajachlinie, welche aber auch einen Ausläufer gegen die Parschluger Senke ausstrahlt; d—d = Passailer Senkungsfeld, vielleicht sich gegen e—e (Piregger Linie) fortsetzend; f—f = Zlattener Bruchlinie.

gestaltung war also keineswegs eine Fastebene oder eine geneigte Platte, sondern eine Hügellandschaft.

Der Waldheimatlinie kommt eine weitere Bedeutung für den Aufbau des Nordostspornes der Uralpen zu, wenn man sie als Neben- oder Begleitlinie anderer Störungslinien auffaßt, welche, obwohl schon lange bekannt, dennoch bislang nicht genug gewürdigt worden sein dürften. Hierher gehört die, wie der nebenstehende Riß zeigt, der Waldheimatlinie gleichgerichtete Mur—Mürzlinie, die eigentlich ein ganzes Verwurfnetz von ungemein langgestreckter Gestalt darstellt; auf ihre Zusammenhänge mit Erdbeben haben E. Suess und Hoernes wiederholt aufmerksam gemacht; mehrere, im Kärtchen verzeichnete Mineralquellen begleiten sie, und da und dort sind auch auf den aufgerissenen Klüften Eisendämpfe oder Eisenlösungen emporgestiegen; so z. B. südöstlich von Allerheiligen im Mürztale, wo ein breiter Streifen rotgefärbter Erde gleichlaufend mit der Mürzhauptlinie das untere Jaßnitztal verquert, den Lehm der Ziegelei, die Erde der Ackergründe beim „Berghofer“ und die Anbrüche im Walde unfern Leopersdorf kräftig tönend; dieser

Störungsstreifen zieht bis in die Gegend des Kalvarienberges bei Kindberg deutlich sichtbar weiter und färbt dort ebenfalls Anbrüche im Walde tiefrot; Rotfärbungen kennzeichnen aber auch viele Klüfte und Spalten der Senke von Parschlug[1], die nichts anderes als eine Teilerscheinung im großen Absinken der Mürzfurche ist; letztere kann man überhaupt in das Bruchfeld Wartberg—Mürzzuschlag—Spital und in das damit durch einen schmalen Tertiärstreifen verbundene Senkungsfeld von Kindberg—St. Lorenzen—Kapfenberg gliedern; eine ungefähr gleichgerichtete Nebenlinie ist jene von Parschlug—Schörgendorf, ebenfalls mit zahlreichen, bis ins Grundgebirge verfolgbaren Nebenlinien. Im Murtale bezeichnen die Senken von Bruck a. Mur (Urgental)—Oberaich, Proleb—Leoben, Kraubath—St. Lorenzen—Knittelfeld—Judenburg mit ihren Nebenstreifen den Verlauf der Fortsetzung der Mürzlinie. Annähernd gleichgerichtet zu den Hauptlinien sind die Achsen der in sich wieder gegliederten Senkungsstreifen und Senkungsfelder von Aflenz, Trofajach, Seckau—Ingering, St. Oswald, Piregg bei Birkfeld, Passail usw. und die Störungslinie, welche aus dem Zlattengraben ins Breitenauer Tal[2] zieht (Mineralquellen des Zlattengrabens und warme Quelle in der Breitenau).

Alle diese Erscheinungen drängen zu der Ansicht, daß mit der Auffaltung der Alpen und der Einleitung der Überschiebungen große Einbrüche längs längerer und kürzerer Linien in bevorzugten Richtungen vor sich gingen, bezw. der Alpenaufrichtung nachfolgten, dabei die Aufnahmsbecken für die tertiären Ablagerungen im Innern der Alpen schaffend. Es muß sich da nicht immer um tatsächliche, unbedingte Absenkungen gehandelt haben; dasselbe Ergebnis kann auch, wenngleich etwas schwieriger mechanisch vorstellbar, durch Zurückbleiben gewisser Streifen während Zeiten der Hebung benachbarter Geländeteile hervorgerufen werden, wofür so manche Erscheinung der Schurfkraftbelebung und tertiären Absätzebildung[3] sprechen könnte. Jedenfalls wäre es eine anziehende Aufgabe, die Anlage unserer großen Alpenlängstäler, deren gesetzmäßige Anordnung und Umbiegung in Quertäler (Inntal, Salzachtal, Ennstal) schon längst die Aufmerksamkeit der Geologen und Geographen erregt hat, einmal unter dem Gesichtswinkel erfolgter, langgezogener Grabenbrüche zu untersuchen. Für das Ennstal z. B. liegen bereits viele Beobachtungen und Schrifttumsangaben vor, welche, wie die Verwerfungen nördlich des Himbeerstein und Bruckstein, nördlich

[1] K. Gaulhofer und J. Stiny, Die Parschluger Senke. Mitteil. d. geol. Ges. in Wien. 1912.

[2] vgl. auch W. Schmidt, Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens. Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl. 1920.

[3] A. Winkler, Über jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrande der Zentralalpen. Mitteil. d. geol. Ges. Wien. 1914.

des Gstattersteins usw. als Beweis dafür herangezogen werden könnten, daß das breite Ennstal mindestens zwischen Schladming und Admont nichts anderes darstellt als die westliche Fortsetzung eines bereits bei Hieflau einsetzenden, schmalen Senkungsfeldes von großer lotrechter Abwärtsbewegung. Ohne damit die alte Bruchtheorie wieder beleben zu wollen, muß doch gegenüber den jetzt die Aufmerksamkeit vornehmlich fesselnden wagrechten Bewegungen daran erinnert werden, daß bei der Erklärung der Entstehung der Alpen auf lotrechte Verschiebungen der Erdkruste nicht vergessen werden darf. Auf die Tatsache, daß Querstörungen die Längsverwerfungen begleitet haben, soll an anderem Orte näher eingegangen werden.

Zusammenstellung.

Das Tertiär der Waldheimat liegt in einer mehr als 10 km langen, schmalen, grabenbruchähnlichen Senke, deren Achse der Längserstreckung anderer, für den Gebirgsbau wichtiger Senkungsstreifen der östlichen Alpen gleichläuft; die „Waldheimatlinie" erscheint demgemäß ähnlich den Senken von Trofajach, Aflenz, Parschlug usw. als Begleitstörung der wichtigen Mur—Mürzlinie.

Bruck a. Mur, im Oktober 1921.

Untermiocäne Wirbeltierreste aus einer Spalte im Jurakalk von Oberkochen in Württemberg.

Von **Max Schlosser.**

Vor kurzem schickte mir Herr Dr. Kurt Frentzen, Kustos am Naturalienkabinett in Karlsruhe, eine Anzahl kleiner Zähne und Knochen aus einer Spaltausfüllung im weißen Jura von Oberkochen, zwischen Aalen und der berühmten Lokalität Steinheim gelegen, zur Bestimmung und allenfallsigen Veröffentlichung, wofür ich ihm hier meinen besten Dank aussprechen möchte. Da Wirbeltierreste aus tertiären Spaltausfüllungen stets besonderes Interesse verdienen, war mir dieser Auftrag sehr willkommen.

Über die Fundumstände berichtet Herr Dr. Frentzen folgendes:

„Die Reste fanden sich in der Lehmfüllung einer Spalte in einem Steinbruch des oberen Weißjura δ verschwammt im Gewand Pulverturm, im Volksmund ‚Gaulfriedhof', an der Landstraße Oberkochen—Königsbronn, in Höhe des ‚Seegartenhofes'. Die im Maximum 40 cm breite Spalte war durch die Abbau-Tätigkeit angeschnitten und im obersten Teil nicht mehr vorhanden. Der Grund der ca. 10 m unter die Oberfläche herabreichenden Spalte war in

20—25 cm Mächtigkeit mit hellbraunem, sehr zähem, etwas kalkigem Lehm, dem zahlreiche eckige Jaspis- und Kalkbrocken beigemengt waren, erfüllt. In den höheren Lagen wurde der Lehm dunkler und sandiger durch Beimengung eckiger Quarzkörner. Bohnerz kam nur vereinzelt vor, reichlicher eckige Stücke bis 1 cm dicker konzentrischer Brauneisensteinrinden. Beide Schichten führten ausgewitterte Seeigelstacheln — *Cidaris coronata* und andere Arten — und Bruchstücke von *Apiocrinus*-Stielgliedern. Diese bröckelig zerfallenden Lehme waren zum größten Teil durch Regen aus der Spalte ausgeschwemmt. Bedeckt ist der Malm δ, bezw. seine Verwitterungsprodukte an dieser Stelle durch ‚Goldshöfer Sande'."

„Die ersten Reste, darunter die größeren, heller gefärbten Zähne (*Palaeomeryx*?), wurden auf der Halde des Steinbruches gefunden; die sonstigen Zähne, auch die Knochen (Wirbel), lagen in dem hellbraunen Lehm des Spaltengrundes und wurden durch Ausschlämmen gewonnen. Ich habe diese Schicht vollständig ausgehoben und verarbeitet, so daß wohl alles derzeit Erreichbare geborgen ist."

„Die ganzen Wände des Steinbruches sind von kleineren oder größeren lehmerfüllten Spalten durchsetzt. Reste habe ich in ihnen nicht auffinden können, aber auch die hellbraunen Lehme, wie sie den Grund der beschriebenen Spalte erfüllten, habe ich in keinem weiteren Falle beobachtet."

Das von mir untersuchte, freilich etwas spärliche Wirbeltiermaterial verteilt sich auf:

Amphitragulus, mehrere Arten: *elegans* Pomel sp., *Boulangeri* Pomel, *gracilis* Pomel, *Pomeli* Filhol?
Caenotherium commune Bravard.
Propseudopus und *Salamandra Broilii* n. sp.

Salamandra Broilii n. sp. ist durch zwei Rückenwirbel vertreten, welche fast doppelt so groß sind wie solche der lebenden *Salamandra maculosa*. Von dieser fossilen, bisher noch nicht benannten Art besitzt die Münchener paläontologische Sammlung auch eine Anzahl Rückenwirbel aus dem untermiocänen Süßwasserkalk von Weisenau bei Mainz.

Propseudopus sp. Es liegen vor: zwei Rücken- und ein Schwanzwirbel. Auch diese Art ist in der Münchener Sammlung durch eine Anzahl Wirbel aus dem Süßwasserkalk von Weisenau repräsentiert.

Caenotherium commune Bravard. Die *Caenotherium*-Reste gehören einer einzigen Spezies an, welche in der Größe mit der genannten Art von St. Gérand le Puy, Dép. Allier, sehr gut übereinstimmt, die aber auch im Süßwasserkalk von Weisenau und in dem von Eckingen bei Ulm vorkommt. Für *latecurvatum* Filhol sind die Zähne und Knochen zu klein, für *Geoffroyi* Pomel zu groß. Das Material besteht aus zwei Fragmenten von linken Unterkiefern — das eine trägt P_4, das andere M_1 und M_2 —, aus einem Bruch-

stück eines rechten Unterkiefers mit P_4, aus je einem linken M_2 und M_3 und einem rechten M_1 — diese drei M stammen wohl von ein und demselben Individuum —, aus einem etwas größeren linken M_2, ferner aus einem rechten P^1 und sechs oberen M, nämlich je ein linker M^1, M^2 und M^3 und je ein rechter M^1, M^2 und M^3, die aber verschiedene Individuen repräsentieren dürften, denn nur die beiden oberen M^3 und der rechte M^1 und der linke M^2 passen gut zusammen. Die Individuenzahl scheint mindestens drei zu sein. Dazu kommen noch je ein oberer I^3 und ein linker oberer C, das distale Ende eines rechten Humerus, ein linkes Calcaneum, die obere Hälfte eines linken Metatarsale III und die untere eines linken Metatarsale IV nebst der ersten Phalange einer Seitenzehe, anscheinend der äußeren.

Amphitragulus elegans Pomel ist repräsentiert durch einen rechten unteren P_2 und einen unteren rechten M_2, die aber wohl von zwei Individuen herrühren.

Amphitragulus sp. Ein rechter unterer M läßt sich mit keiner Art von St. Gérand le Puy vereinigen, dagegen paßt er gut zu einem Unterkiefer von Eckingen bei Ulm, welchen H. v. Meyer als *Palaeomeryx pygmaeus* bestimmt hat, ein Name, der jedoch unterdrückt werden muß, weil er verschiedene und nicht einmal gleichzeitige Spezies umfaßt. Die obermiocäne führt jetzt den Namen *Lagomeryx Meyeri* Hofmann sp., für die Ulmer fehlt bis jetzt eine nähere Bezeichnung. Vielleicht handelt es sich um eine große Lokalrasse der folgenden Art.

Amphitragulus Boulangeri Pomel. Zu dieser bei St. Gérand le Puy und Weisenau vorkommenden Art darf ein unterer rechter M_1, vielleicht auch ein linker und ein rechter oberer $M^{1(2)}$ gestellt werden, die für die folgende Spezies doch etwas zu groß sind.

Amphitragulus gracilis Pomel, einer der kleinsten Palaeomeryciden ist im Verhältnis zu der geringen Menge des Gesamtmateriales sehr gut vertreten. Er ist übrigens auch im Untermiocän von Ulm und von Weisenau scheinbar etwas häufiger als bei St. Gérand le Puy. Von Unterkieferzähnen liegen vor: zwei rechte D_4, je ein rechter M_1 und M_3 und ein linker M_3, von Oberkieferzähnen die zusammengehörigen rechten P^2 und P^3, ein rechter M^1, zwei rechte M^2 und ein rechter M^3, sowie zwei linke M^2 und ein linker M^3. Diese Zähne verteilen sich allermindestens auf drei Individuen. Außerdem gehört zu dieser Art ein linker Astragalus und eine Phalange. Ein weiterer oberer linker M^3 ist fast zu klein für diese Spezies, er könnte zu *A. Pomeli* Filhol gehören.

Sämtliche ermittelte Säugetierarten finden sich, mit Ausnahme des problematischen „*Palaeomeryx pygmaeus*“, auch bei St. Gérand le Puy und an anderen Lokalitäten des Dép. Allier, bei Weisenau im Mainzer Becken und bei Eckingen in der Nähe von Ulm, *Propseudopus* und *Salamandra Broilii* kommen auch bei Weisenau vor.

Es handelt sich also um Überreste der Untermiocänfauna, die bisher noch nicht mit Sicherheit in Spaltausfüllungen des Jura von Süddeutschland nachgewiesen war. Der Fund hat daher keine geringe Bedeutung, wenn auch die Zahl der Arten und der Zähne und Knochenbruchstücke, welche hier in eine Felsspalte eingeschwemmt worden sind, im ganzen recht spärlich ist.

Besprechungen.

O. Lehmann: Flüssige Kristalle und ihr scheinbares Leben. Forschungsergebnisse, dargestellt in einem Kinofilm. 8°. 72 p. mit 161 Abbild. im Text. Leipzig 1921. Verlag von Leopold Voß. Ladenpreis 15 Mk.

Auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Bad Nauheim (Sept. 1920) hat Lehmann im Kinotheater einen Vortrag gehalten über Flüssige Kristalle und ihr scheinbares Leben, und diesen durch kinematographische Vorführungen unterstützt. Die vorliegende Schrift des in diesem Fach unermüdlichen Forschers ist dazu bestimmt, die kurzen auf dem Film enthaltenen Erläuterungen zu vervollständigen; sie kann aber ganz unabhängig davon einem Jeden dazu dienen, sich mit den Forschungsergebnissen Lehmann's bekannt zu machen, indem diese hier kürzer als in irgend einer andern seiner Schriften dargelegt werden, im Text aber auf den Kinofilm nicht weiter Bezug genommen wird.

Die Fülle der mitgeteilten, oft sehr in das einzelne gehenden Beobachtungen ist fast zu groß, es hält schwer, das Wesentliche von dem Unwesentlichen zu unterscheiden; noch schwerer ist es für den, der nicht über die Apparatur und manuelle Geschicklichkeit und große Erfahrung des Verf.'s verfügt, alle Erscheinungen selbst hervorzurufen und zu prüfen. Diesem eben soll der Kinofilm abhelfen: er mag wohl dem Laien eine Vorstellung der Erscheinungen geben, reicht aber doch für wissenschaftliche Prüfung nicht aus, und die Ansichten über die Natur dieser Körper werden nach wie vor auseinandergehen. Über Ansichten, die mit denen des Verf.'s nicht übereinstimmen, erfährt der Leser ebensowenig etwas, wie über die z. T. sehr wichtigen Forschungsergebnisse von Schenck, Vorländer u. a. Die Schrift gibt also keine Übersicht über unser Wissen über die flüssigen Kristalle, sondern über die Ergebnisse der Forschungen Lehmann's, so wie dieser sie ansieht und deutet.

R. Brauns.

Friedrich Becke: Lehrbuch der Mineralogie. Von Dr. Gustav Tschermak. 8. verbesserte u. vermehrte Aufl. Gr. 8°. 751 p. mit 977 Originalabbild. u. 2 Farbendrucktafeln. Wien und Leipzig, Alfred Hölder, 1921.

Das viel benutzte Lehrbuch war einige Zeit im Buchhandel vergriffen, obwohl die letzte Auflage erst im Jahr 1914 erschienen war. Da hat man erst gemerkt, wie unentbehrlich es geworden ist. Die Vorzüge sind die alten geblieben: gleichmäßige Durcharbeitung des Stoffes, glänzende Darstellung, vortreffliche Ausstattung; nur der Einband zeugt von dem Wechsel der Zeiten, der uns alle bedrückt. Neu hinzugekommen ist ein Abschnitt über Beugung und Interferenz der Röntgenstrahlen durch den Gitterbau der Kristalle; auch sonst spürt man in vielen Einzelheiten die bessernde Hand des Meisters und sein erfolgreiches Bestreben, das Buch in allen Teilen auf der Höhe der Wissenschaft zu halten. Alle Fachgenossen sind dem Verf. Dank schuldig, daß er diese Arbeit auf sich genommen und alle Hindernisse, die sich der Herausgabe entgegenstemmten, überwunden hat. Der Unterzeichnete ist überzeugt, auf keiner Seite Widerspruch zu finden, wenn er sagt, von allen den gesamten Stoff behandelnden Lehrbüchern der Mineralogie in allen Sprachen ist dieses von Tschermak-Becke bei weitem das beste. Möge es dem Verf. vergönnt sein, noch lange Zeit Führer unserer Wissenschaft zu sein, möge es dem verehrten Altmeister Tschermak beschieden sein, sich des Erfolges seines Lehrbuchs weiterhin zu erfreuen. **R. Brauns.**

J. Ruska: Leitfaden der Mineralogie. Eine Einführung in die Naturgeschichte der Mineralien und Gesteine unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Volkswirtschaft und Technik. 2. Aufl. 8°. 136 p. mit 236 Abbild. Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig. 1921.

Dieses Buch ist für den naturgeschichtlichen Unterricht der Unter- und Mittelklassen der höheren Schulen bestimmt (vgl. dies. Centralbl. 1920. 364) und hiernach zu beurteilen. In einem nur 8 Seiten umfassenden allgemeinen Teil wird das Vorkommen der Mineralien in der Erdrinde, ihre natürliche Form, die physikalischen und chemischen Eigenschaften ganz kurz behandelt, weiteres über die allgemeinen Gesetze der Formenausbildung, über chemische und physikalische Eigenschaften findet bei Besprechung der Mineralien seinen Platz; durch zahlreiche Zeichnungen und photographische Abbildungen werden die Kristallformen erläutert, irgendwelche Winkelwerte aber nicht mitgeteilt. Anhangsweise werden in Tabellen die spezifischen Gewichte, die Härtegrade der wichtigsten Mineralien und einige Brechungsexponenten zusammengestellt.

Gegenüber andern für den Schulgebrauch bestimmten Schriften über Mineralogie, die nicht genug Material anhäufen können, hebt sich dieser Leitfaden durch die sorgsame Auswahl des Stoffes und die Art seiner Behandlung vorteilhaft ab; die Vorlagen für die beigegebenen Abbildungen sind mit Geschick ausgewählt, wie es von dem erfahrenen Schulmann nicht anders zu erwarten war.

R. Brauns.

Gustav Tammann: Lehrbuch der Metallographie, Chemie und Physik der Metalle und ihrer Legierungen. Zweite verbesserte Auflage. Gr.-8°. 402 p. mit 219 Fig. im Text. Leipzig 1921. Verlag von Leopold Voß. Ladenpreis 98 Mk.

Dieses bedeutende Werk enthält viel mehr als der Titel besagt, indem nicht nur die Metalle und Legierungen behandelt werden, sondern ganz allgemein die Einstoff-, Zwei- und Dreistoffsysteme auf 144, 216 und 20 Seiten, allerdings unter besonderer Berücksichtigung der Metalle, aber doch so, daß diese Lehren ausführlich, dabei sehr klar behandelt werden. So wird bei den Einstoffsystemen auf die den Kristallisationsvorgang regelnden Eigenschaften, die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit und das spontane Kristallisationsvermögen näher eingegangen. Einer kurzen Besprechung der allgemeinen Form des Zustandsdiagramms folgt eine Darlegung über die Art der Änderung von Eigenschaften bei Änderungen des Aggregatzustandes. Hieran schließt sich die Deutung der merkwürdigen Änderungen der Eigenschaften bei der Bearbeitung der Metalle und ihrer Wiederherstellung beim Erhitzen. Diese wird Rekristallisation genannt, sie wäre etwa gleich dem, was Rinne als Sammelkristallisation bezeichnet hat; unter Rekristallisation verstehen wir Neubildung eines teilweise gelöst gewesenen Kristalls z. B. von Feldspat in Einschlüssen von Eruptivgesteinen. Kristallkörner, die Rosenbusch allotriomorph nennen würde, heißen Kristallite, ein Ausdruck, den Vogelsang für Wachstumsformen gebraucht hatte. Sehr bemerkenswert ist das, was zur Deutung der Rekristallisation von einem neuen atomistischen Prinzip aus gesagt wird. Auch das Kapitel über die chemischen und elektrochemischen Eigenschaften von Legierungen ist auf atomistische Vorstellungen über die Verteilung zweier Atomarten im Raumgitter gegründet worden. Daß überhaupt in allen Teilen der neueste Stand der Wissenschaft vertreten wird, braucht bei dem Namen des Verf.'s, des anerkannten Forschers und Führers auf diesem Gebiete, nicht besonders betont zu werden. Die Metallographie, die physikalisch-chemische Untersuchung der Metalle und ihrer Legierungen, gewinnt ebenso wie die Chalkographie, die Untersuchung der Erze, steigende Bedeutung, und der mikroskopisch-optischen Untersuchung der durchsichtigen Kristalle reiht sich die der undurch-

sichtigen ebenbürtig an; die Methoden sind z. T. andere, das Ziel das gleiche. Über die wissenschaftliche Erforschung hinaus aber kommt dazu die große Bedeutung für die Technik; in dieser Beziehung sei nur an das binäre System Eisen—Kohlenstoff verwiesen, als eines von vielen, die hier behandelt werden. **R. Brauns.**

B. L. Miller and **J. T. Singewald**: The mineral deposits of South America. New York. 1919. 598 p. 61 Fig.

Die Verf. haben 1915 sämtliche bedeutenderen Minenbezirke Südamerikas besucht und die weitzerstreute Literatur kritisch durchgearbeitet. Das Ergebnis ist vorliegendes Werk, von dem in der Einleitung mit vollem Recht gesagt wird, daß es eine empfindliche Lücke ausfüllt. Es ist um so wertvoller, als die wichtigste Literatur kapitelweise sorgfältig beigefügt ist. Nach einem einleitenden Kapitel über die allgemeinen physiographischen und geologischen Verhältnisse Südamerikas werden die Beziehungen der Minerallagerstätten zu den geologischen Einheiten im Zusammenhang erörtert nach den 3 Hauptgruppen: Lagerstätten in Sedimenten, in alten metamorphen Schichten und in jungen Eruptivgesteinen. Es folgen dann Kapitel über die geschichtliche Entwicklung des Bergbaus in Südamerika, über das Verhältnis der dortigen Industrien zu denen anderer Kontinente und über die Richtlinien der zukünftigen Entwicklung des dortigen Bergbaus. Im speziellen Teil werden dann die Lagerstätten der einzelnen Länder behandelt. Besonders wertvoll sind die Lagepläne der einzelnen Grubenbezirke. Außer den Erzen, die natürlich das Hauptinteresse beanspruchen, werden auch alle anderen nutzbaren Mineralien abgehandelt, so z. B. ausführlich die Salpeterlagerstätten. Auch für Fragen der topographischen Mineralogie kann das Buch als wertvolles Nachschlagewerk benutzt werden, wie überhaupt der Gedanke der Metallprovinzen und Metallepochen ein außerordentlich zwingender Eindruck ist, den die Lektüre des Werkes hinterläßt. **H. Schneiderhöhn.**

H. Cloos und **E. Meister**: Bau und Bodenschätze Osteuropas. Quellen und Studien des Osteuropa-Institutes Breslau. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1921.

Eine Geologie von Osteuropa (es handelt sich, wie ich vorausschicken möchte, im wesentlichen um Rußland) fehlt eigentlich so gut wie ganz. Selbst in russischer Sprache ist keine vorhanden, da ja das Werk von Michailovsky unvollendet geblieben ist. Nun kann ein solches Werk von verschiedenen Gesichtspunkten an den Stoff herangehen. Cloos und Meister haben, entsprechend den Zielen aller Veröffentlichungen des Osteuropa-Instituts, das rein

Geologische, vor allem Stratigraphie und Morphologie, in den Hintergrund gestellt und auf die Schilderung des Baues und der nutzbaren Lagerstätten die Betonung gelegt. Die Art der Verknüpfung beider Momente ist durchaus originell, anregend und anschaulich. Stets wird versucht, die nutzbaren Stoffe und ihr Vorkommen direkt aus dem geologischen Auftreten und aus der Struktur der Gegend abzuleiten. Dadurch kommt eine äußerst übersichtliche Anordnung des Stoffes zustande, die sowohl dem Praktiker und Laien, als auch dem Geologen wertvoll ist. Ohne populär zu sein, ist das Buch doch allgemein verständlich.

Nach einer kurzen Einleitung, welche dem tektonischen Bau Rußlands und dem Wesen der Lagerstätten gewidmet ist, beginnt das Werk mit einer erdgeschichtlichen Übersicht, welche auf die Verknüpfung der Lagerstätten mit der Gesteinsbildung den Hauptwert legt. Im zweiten Teil ist eine kurze Inventur der nutzbaren Mineralstoffe Osteuropas enthalten, auf der Grundlage der eingangs ausgearbeiteten geologisch-tektonischen Gliederung. Die bergbaulich wichtigen Gebiete (Ural, Südrußland) sind dabei natürlich besonders eingehend behandelt. Eine sehr ausführliche Beschreibung des Kaukasus von Meister schließt sich an. Anhangsweise sind die Karpathen behandelt. Das sorgfältig zusammengestellte Sachregister erleichtert die Benützung wesentlich. Wer sich rasch einen Überblick über die Geologie von Osteuropa verschaffen will, wird von dem Werk nicht enttäuscht werden, zumal er auch viel neue Literatur, Förderzahlen und anderes statistische Material darin findet. Eine beigefügte Kartenskizze von S. v. Bubnoff versucht, die Gliederung der Verf. graphisch zu veranschaulichen.

S. v. Bubnoff.

Personalia.

Gestorben: Dr. phil. **Robert Mauzelius**, Chemiker an der Geolog. Landesanstalt von Schweden, in Stockholm am 9. November 1921.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

40. Beiträge zur Petrographie von West-Timor.

Von **H. Imdahl.**

Das Gesteinsmaterial zu meiner Arbeit, deren Ergebnisse hier im Auszug mitgeteilt werden, wurde von Herrn Prof. Dr. Wanner-Bonn auf seinen Forschungsreisen (1909 und 1911) im westlichen Teil der Insel Timor gesammelt. Zwecks genauer Übersicht über die geologischen Verhältnisse verweise ich auf die demnächst erscheinende „Geologie von Timor" von J. Wanner, in der auch die Ergebnisse der vorliegenden mikroskopischen Untersuchungen aufgenommen werden sollen. Bei manchen Gesteinen war die Bestimmung mit Schwierigkeiten verbunden, da nur lose Stücke vorlagen und über Alter und Art des geologischen Vorkommens nicht immer genauere Angaben möglich waren, so daß die vorliegenden Resultate vielfach nur aus der mikroskopisch-petrographischen Beschaffenheit der Gesteine gewonnen wurden.

A. **Tiefengesteine.** 1. Quarzdiorit. No. 65[1]: Gerölle am Strand von Naikliu — ist den von Wichmann (Lit.-Verz. 2) beschriebenen Amphibol-Tonaliten aus Portugiesisch-Timor ähnlich, läßt aber neben Plagioklas, körnigem Quarz und grünlichschwarzer Hornblende bereits mit bloßem Auge glänzende Biotittäfelchen erkennen. Der Feldspat, der hier und da idiomorph und in ein schmutziggraues Produkt mit farblosem Glimmer umgewandelt ist, gehört in die Oligoklas—Andesin-Reihe, besitzt ausgezeichneten Zonenbau und Zwillingslamellen. Orthoklas konnte nicht sicher nachgewiesen werden. Die grüne Hornblende besitzt deutlichen Pleochroismus, gute Spaltbarkeit und Zwillingsbildung nach (100). Scharfe Umrißformen fehlen, zudem ist die Hornblende terminal in grüngelben Chlorit zerfasert. Bei der Verwitterung des stark pleochroitischen Biotits bildet sich lamellenartig Chlorit. Hornblende und Glimmer sind derart verwachsen, daß in Längsschnitten der Hornblende die beiderseitigen Spaltrisse nahezu senkrecht zueinander stehen. An Einschlüssen sind ziemlich verbreitet Zirkonkörner, Apatitkriställchen und Eisenerz.

[1] Die beigefügten Zahlen bedeuten die Sammlungsnummer nach Wanner.

2. Quarz-Syenit-Diorit. No. 9 H. Vom Rücken des Silun bei Lelogama stammt ein grünlich gesprenkeltes, mittelkörniges Gestein, in welchem man mit der Lupe bereits Feldspat und Quarz erkennt. U. d. M. stellen sich dazu noch als Hauptbestandteile die Umwandlungsprodukte Chlorit und Epidot ein und als Nebengemengteile Zirkon, Apatit, Titaneisen z. T. in Leukoxen und Titanit umgewandelt; als Übergemengteil findet sich braun bis gelblichbrauner Orthit in stark lichtbrechenden Körnern. Der Feldspat ist vorwiegend monokliner Alkalifeldspat mit guter Begrenzung und Spaltbarkeit und schwacher Doppelbrechung. Daneben ist auch ziemlich saurer Kalknatronfeldspat mit höherer Doppelbrechung und Zwillingslamellierung vorhanden. Durch den ziemlich beträchtlichen Gehalt an Quarz und Kalknatronfeldspat vermittelt das Gestein den Übergang von Quarzsyenit zu Quarzdiorit. Der Feldspat zersetzt sich unter Bildung von Muscovit und Epidot. Demgegenüber ist der Quarz vollständig klar. Femische Gemengteile sind völlig umgewandelt in schwach pleochroitischen Chlorit, der reich mit Zirkonkriställchen durchspickt ist und in Gesellschaft von Epidot und Titanmineralien vorkommt. Vielleicht war hier Hornblende das ursprüngliche Mineral.

3. Hornblendegabbro. No. 119. Südabhang des Netemnano zwischen Kasliu und Naikaki. Es liegt hier ein frischer grobkörniger Gabbro vor, bestehend aus grünlichweißem Feldspat von 1—1½ cm Größe, schwarzer Hornblende und einem weniger deutlich erkennbaren Pyroxenmineral. Im Mikroskop beobachtet man noch ein völlig in Calcit umgewandeltes Mineral, dessen unregelmäßige Spaltrisse von schwach polarisierendem Serpentin erfüllt sind, was auf ehemaligen Olivin schließen ließe. An Nebengemengteilen findet sich Apatit in kurzen, dicken Säulen, die durch Quergliederung in einzelne Stücke zerfallen; ferner neben scharf begrenzten Sechsecken auch unregelmäßige, zackige Formen von Titaneisen. Als selbständiges primäres Mineral erscheint noch Titanit.

Die dicktafeligen Plagioklaskörner entbehren jeglicher kristallographischer Umgrenzung und sind von kaolinartigen und saussuritischen Zersetzungsprodukten, Muscovit und Epidot, erfüllt. Die Auslöschung auf einem Spaltblättchen nach P läßt auf einen basischen Plagioklas schließen. Von Zwillingsbildung wurde Albit- und Periklingesetz beobachtet. Die braune, stark pleochroitische Hornblende greift zackig in den Feldspat hinein und ist mit Augit derart verwachsen, daß sie die Vertikalachse gemein haben. Die braune Hornblende für sich ist alsdann noch als grüne fortgewachsen, wie dies aus dem mitteldevonischen Amphibolpikrit der Dillenburger Gegend bekannt ist (L. Doermer, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XV. 1902. Taf. XIX). Die grüne Hornblende ist dann ihrerseits wieder in tintenblaupolarisierenden Pennin und Epidot umgewandelt. Das monokline Pyroxenmineral ist violettrötlicher Titanaugit, kein Diallag.

In seinem Innern finden sich Blättchen brauner Hornblende, die alle gleichzeitig auslöschen. Dazu stellen sich noch feine braune Nädelchen ein, die sich unter 120° schneiden und nicht näher zu bestimmen sind. Die Verwitterung führt zu radialfaserigem Chlorit, der feine Nädelchen von vermutlich neugebildetem Strahlstein einschließt, Pennin und Calcit.

4. Peridotite und deren Umwandlungsprodukte. Feldspatfreie, basische Tiefengesteine scheinen auf Timor große Verbreitung zu besitzen. Schon bei Beyrich (Lit.-Verz. 1) sind solche angeführt und nach Wichmann (2) ist die Umgebung von Atapupu an der Nordküste von Portugiesisch-Timor und die Regentschaft Amarassi im SW der Insel reich an Serpentinen. Neu festgestellt sind solche im Gebiet nördlich vom Mutisgebirge und in der Kette des Humau.

a) Amphibolperidotit. No. 30 a. Vom Paß am Humau, zwischen Kaoniki und Lelogama stammt ein gleichmäßig mittelkörniges Gestein von etwas schiefriger Beschaffenheit. Es besteht in der Hauptsache aus serpentinisiertem Olivin, der nur noch Körner von frischem Olivin enthält. Der farblose bis hellgrüne Amphibol gehört in die Strahlsteingruppe. Seine Auslöschungsschiefe erreicht die ungewöhnliche Größe von $c : c = 20—22°$, Pleochroismus ist bei ihm nicht wahrzunehmen. Da die Hornblende z. T. völlig von serpentinisiertem Olivin umgeben ist, dessen Teile alle gleichzeitig auslöschen, könnte man vermuten, daß sie aus Olivin entstanden sei. Anderseits finden wir auch größere Amphibole von Serpentin durchzogen, so daß wir doch eine primäre Bildung vor uns haben dürften. Spärlicher enthält das Gestein noch farblosen bis schwach rötlichen Augit, sowie dunkelbraune Körner von Picotit.

b) Lherzolithe. Zu diesen gehören zwei Handstücke No. 609 und 610 vom Bergabhang s.ö. Kaslin im Mutisgebirge. Ziemlich frischer Olivin ist der Hauptbestandteil des Gesteins, dem ein nahezu farbloser Diallag an Menge folgt. Mit dem rhombischen Pyroxen, dem Bronzit, ist der Diallag in Form feiner Lamellen verwachsen, die einander parallel sind. Ziemlich breite Serpentinadern durchqueren den Bronzit senkrecht zur Längserstreckung. Akzessorisch treffen wir eine gelblichbraune Hornblende mit unregelmäßiger Umrißform an und wiederum Picotit.

No. 80 H Paß Kowe Utan bei Kaslin. Statt der hellbraunen Hornblende tritt hier als Neubildung Strahlstein auf. Neben den quergegliederten Stengeln, die sich an den Enden in faserige Aggregate zerteilen, bildet der Strahlstein auch innig verfilzte Partien im Olivin. Als weitere Neubildung aus Olivin nennen wir Magnetit, umgeben von einem hellen, eisenärmeren Kreis, der sich bei + Nicols als Serpentin erweist.

No. 201 H Fatu Alimat: zeichnet sich aus durch die Größe der Bronzittafeln. Das mikroskopische Bild zeigt ausgeprägte Maschenstruktur, die Bestandteile sind weitgehend in Serpentin

umgewandelt. Es finden sich nur noch geringe Reste von frischem Bronzit, Olivin und Diallag. Die Pyroxene sind vielfach umrandet und durchquert von stark doppelbrechenden Aggregaten, die ich für Talk halte. Hervorzuheben wären noch die makroskopisch sichtbaren Chrysotiladern.

c) Serpentine. Die Gesteine enthalten in einem Grundgewebe von Serpentin z. T. verwitterte Reste eines Pyroxenminerals, dunkelbraune Picotitkörner bis zu 2 mm Größe, Magnetitadern und gelblichweiße Chrysotiladern.

B. Gesteine vom Charakter von **Ganggesteinen**. Über das geologische Vorkommen der hierher gestellten Gesteine ist nur wenig bekannt und ihre Bestimmung als Ganggesteine gründet sich z. T. nur auf ihren Habitus. Sie gehören zum Ganggefolge der Alkalireihe, deren Hauptverbreitungsgebiet nach den bisher bekannt gewordenen Berichten von Wichmann (2) und A. H. Brouwer (6) die nordöstliche Umgebung der Bai von Kupang zu sein scheint. Das Ganggefolge der von Brouwer erwähnten Shonkinite und Theralithe ist vertreten durch ein aplitisches und mehrere lamprophyrische Gesteine.

1. Gestein von bostonitischem Habitus. No. 151 an der Küste zwischen Punbaun und Naiklin als Gang in permischem Crinoidenkalk. Das Gestein fällt auf durch seine helle Farbe und körnige Beschaffenheit. Zwischen dem grauweißen Feldspat findet sich Calcit und Fetzchen von grünlicher Chloritsubstanz als Umwandlungsprodukt ehemaliger Hornblende, von der noch die mit Eisenerz umrandete Umrißform erhalten ist. Als Übergemengteile treten in reichlicher Menge Eisenerz, Zirkon, seltener Apatit und Quarzkörner auf. Der Feldspat ist ziemlich stark durchstäubt. Nach der optischen und chemischen Untersuchung liegt hier z. T. monokliner Natronorthoklas, z. T. trikliner Kalknatronfeldspat der Oligoklas—Albit-Reihe vor.

2. Camptonite. No. 5 Watkais bei Baung, Landschaft Amarassi. Es liegt hier ein typischer, grauschwarzer Camptonit vor, der gangförmig die gelblichen Ammonitenkalke durchsetzt. Das Gestein ist reich an Konkretionen und stimmt mit dem von Brouwer (6) angeführten, biotitfreien camptonitischen Mandelstein im wesentlichen überein. Besonders fällt ein pechschwarzer Hornblendekristall von $3\frac{1}{2} \times 2$ cm Größe auf. Einsprenglinge sind sonst selten und kaum größer als die Mineralien der Grundmasse. Dazu gehören zonar gebaute Titanaugite mit einem grünen Kern, umgewandelter Olivin, dessen Form von grünlichtrübem Calcit erfüllt wird, ferner einzelne zonargebaute, schlackenreiche Feldspateinsprenglinge. Noch seltener ist Biotit, der, in gelblichgrünen Farben gebleicht, einem rhombischen Pyroxen nicht unähnlich sieht, sich aber durch die Höhe der Polarisationsfarben und die optische Einachsigkeit von ihm unterscheidet. Die Grundmasse

löst sich u. d. M. in ein kristallines Gemenge feiner Feldspatleisten, Augitkriställchen und allerfeinster brauner Hornblendenädelchen auf, dazu gesellt sich grüne Glasbasis. Der Einschluß im Gestein von 3 × 3 cm Größe ist eine basische Tiefenausscheidung aus barkevikitischer Hornblende, grauviolettem Augit und völlig zersetztem Olivin. Der Augit hat mit Hornblende die Vertikalachse gemein und besitzt als Einlagerung braune bis tiefbraune Nädelchen mit schiefer Abstumpfung und zuweilen einspringenden Winkeln an den Enden, wie sie bei Hypersthen im Gabbro vorkommen.

No. 199 H am Wege nach Oiska, 4 km von Tjamplong. In der kompakten Grundmasse liegen als Einsprenglinge Biotitblättchen und Hornblendenädelchen, denen sich u. d. M. noch titanhaltiger Augit zugesellt, bei dessen Zersetzung sich im Kern Eisenerzkörner anreichern. Auffallend ist bei Biotit und der barkevikitischen Hornblende die starke Störung geradliniger Begrenzung infolge magmatischer Resorption. Die Grundmasse enthält daneben noch Feldspatleistchen, Magnetit und Analcim.

No. 1. Das Gestein entstammt einem Gang in gelblichem Crinoidenkalk, ca. 200 m WSW von Fatu Koat bei Baung, Landschaft Amarassi. Die Einsprenglinge sind hier weitgehend zersetzt: Der Titanaugit enthält im Innern ein Haufwerk dunkler Erzkörner, von Barkevikit sind nur noch einige Fetzen vorhanden. Olivin ist von Calcit und Serpentin erfüllt. Die Zusammensetzung der Grundmasse ist dieselbe wie vorhin. Die im Gestein vorhandene Konkretion enthält außerdem noch stark korrodierten Biotit, frischen diopsidischen Augit mit vereinzelter Zwillingsbildung nach (100) und große Apatitsäulen. Die magmatische Resorption des Barkevikits führt zur Ausscheidung von opaken Körnern und Stäbchen und zu Neubildung von titanhaltigem Augit. Der Feldspat ist ausgezeichnet durch reiche Zwillingsbildung nach dem Karlsbader und Albitgesetz. Nach dem Werte der symmetrischen Auslöschung einzelner Kristalle liegt ein Labrador vor.

C. **Ergußgesteine.** 1. Quarzkeratophyr und Trachyt. No. 311 am Pfad von Fatu Unus bis zur Quelle Oë Neke. Der Keratophyr verrät seine Sonderstellung durch die Menge der roten Feldspäte und die ebenfalls rotbraune Grundmasse. Nach der geringen Lichtbrechung, den niedrigen Polarisationsfarben, der nahezu geraden Auslöschung und der mikroklinartigen Zwillingslamellierung liegt hier Anorthoklas vor, dessen Zersetzung zu Neubildung von Albit, Muscovit, Kalkspat und Quarz geführt hat. Von farbigen Gemengteilen ist mit Sicherheit nur Ägirinaugit zu erkennen. Als Umrandung eines ehemaligen Pyroxenminerals scheint auch Ägirin vorhanden zu sein. Außerdem deuten zahlreiche Anhäufungen von Eisenhydroxyd auf ein ehemaliges Eisensilikat, vielleicht Riebeckit, hin. Wir haben es hier offenbar zu tun mit dem von Brouwer (6) in einem Keratophyr vorgefundenen „unregelmäßigen, stark pleo-

chroitischen Mineral, das zu den Alkaliamphibolen gehören könnte". Die Grundmasse besteht aus Quarz, Feldspat und Ägirinnädelchen und -körnern.

No. 190 H am Weg von Tanini nach Benu, südlich vom Dorf Netem Welo. Es liegt hier ein porphyrisches, stark umgewandeltes Gestein vor, in dem trübe, tafelige Feldspäte, anscheinend Alkalifeldspäte, Biotit, sowie ein nicht mehr zu bestimmendes Mg-Fe-Silikat als Einsprenglinge auftreten. Ziehen wir die Fluidalstruktur der Grundmasse noch in Betracht, so dürfte das Gestein als Trachyt im weitesten Sinne aufzufassen sein.

2. Andesite. Jungvulkanische Gesteine scheinen im Timorbogen eine größere Verbreitung zu besitzen und zeichnen sich gegenüber den Gesteinen der Perm- und Triasserie durch ihren frischen Erhaltungszustand aus (Wanner, Geologie von West-Timor [7]).

a) Augit- und Hypersthenandesit. No. 161 am Pfad zwischen Honu und Nailette; No. 162 bei Nailette am Pfad nach Besinapi. — Die Augitandesite besitzen ein hellgraues bis graugrünes, poröses (161) Aussehen und bergen in einer dichten Grundmasse glitzernde Feldspat- und dunkle Augitkristalle (162), die jedoch vielfach mit grüner Farbe zersetzt sind. Die Feldspatindividuen zeichnen sich aus durch ihren zonaren Bau, ihren Reichtum an Zwillingslamellen, Glas- und Schlackeneinschlüssen, und durch die nesterartigen Verwachsungen untereinander. In Grundmasse und Drusenräumen kommt Tridymit als schwach licht- und doppelbrechendes Mineral vor, dessen sechsseitige Täfelchen sich dachziegelartig überlagern. Außerdem enthält die Grundmasse gelbbraune Glasbasis, fluidal angeordnete Feldspatleisten und spärlich Augitkörner.

No. 71 am Bach Huki, südlich Puamnassi am Bach nach Lelogama, ist reicher an Augit, aber stärker zersetzt und frei von Tridymit.

Hypersthenandesite: No. 79 bei Dorf Mosu besitzt infolge eintretender Zersetzung eine helle Farbe und poröses Aussehen; No. 79 a von derselben Fundstelle ist ein frisches, dichtes, pechschwarzes Gestein mit 55,15 % SiO_2. Die Feldspateinsprenglinge (Labrador) zeigen dieselben Merkmale wie in den Augitandesiten. Von den Pyroxenmineralien überwiegt in 79 a der rötlichgelb bis graugrün pleochroitische, gut begrenzte Hypersthen, in 79 ein monokliner Augit. Beide Mineralien sind mit gemeinsamer Vertikalachse verwachsen; die Umrandung, die in 79 a sich auf einen schmalen Streifen von stark doppelbrechenden, gleichmäßig orientierten Körnern beschränkt, bildet der jüngere Augit. Die Ausbildung der Grundmasse ist in dem lavaartigen Gestein rein vitrophyrisch, in dem dichten, pechschwarzen hyalopilitisch. Durch ihren Gehalt an Labrador und den Reichtum an femischen Gemengteilen neigen diese Gesteine mehr zu basaltoidem als trachytoidem Andesit.

b) Andesite, teilweise mit umgewandeltem, rhombischen Pyroxen. — Aus dem Andesitmassiv von Honu—Puamnassi—Mosu stammen einige Handstücke, deren Pyroxenmineral vollständig in gelblichgrünen Chlorit und Calcit umgewandelt ist. Die langen rechteckigen Leisten mit ihrer dachartigen Abschrägung, die parallel zu den Begrenzungslinien erfolgende Auslöschung deuten auf einen rhombischen Pyroxen hin. Die Feldspateinsprenglinge besitzen tafelige Ausbildung mit den üblichen Zwillingsbildungen, Verwachsungen und Schlackeneinschlüssen und gehören dem Andesin-Labrador an. Die Grundmasse besteht durchweg aus fluidal angeordneten Feldspatleistchen, Chlorit, Magnetit und gelblicher Glasbasis; der Gehalt an SiO_2 betrug in einem solchen Gestein 57,15 %. Außer einem Andesitgestein vom Timau liegt ein weiteres, stark zersetztes porphyrisches Gestein vor, das mehr den später beschriebenen Diabasporphyriten gleicht. Da beide der Trias angehören, wären sie als „Porphyrite" zu bezeichnen. In einigen dichten, dunkelgrauen Gesteinen fehlen femische Gemengteile vollständig, als Einsprengling kommt nur Feldspat in Betracht. Durch das Vorkommen von amorpher SiO_2, Chalcedonmandeln und Tridymit erhöht sich in einem Handstück der SiO_2-Gehalt auf 75,15 %.

c) Andesittuffe von grauer bis graurötlicher Farbe wurden bei Waitanu in der Nähe von Mosu (No. 76 u. 77) gefunden, sie bestehen aus äußerst fein struiertem andesitischem Material mit einem kieseligen Bindemittel.

3. Diabase und Melaphyre. Die Gesteine, die in der Sammlung bei weitem vorherrschen, gehören vorzugsweise dem Perm oder der Trias an und sind nie älter als diese, sie wären also, wenn das geologische Alter für die Bezeichnung ausschlaggebend sein soll, den Melaphyren zuzuzählen. Einige derselben gleichen jedoch vollkommen den Intrusiv- und Effusivdiabasen des Rheinischen Schiefergebirges, nebst den hier auftretenden Deckdiabasen und Tuffen. In der Hauptsache bestehen die Gesteine aus Plagioklas, Augit, zuweilen Hornblende und opakem Erz. Einzelne Formen, von Eisenhydroxyd erfüllt, deuten auf ehemaligen Olivin hin.

Im folgenden werden die mittel- bis feinkörnigen, grünsteinartigen Gesteine als Diabase bezeichnet; als Melaphyre dichte, dunkle basische Eruptiva, die frischer sind als die Diabase, jedoch nicht so frisch sind wie Basalte und im übrigen große Ähnlichkeit mit den Melaphyren und Melaphyrmandelsteinen des Nahegebietes besitzen.

a) Körnige Amphibol- und Augitdiabase. Verhältnismäßig frische Amphiboldiabase finden sich No. 176 bei Besinapi, am Pfad nach Lelogama und No. 13 H am Pfad von Lelogama nach Bikmela. In der grünen Chloritmasse erkennt man trübe Feldspäte und Hornblende, an Menge nahezu gleich. Die stark pleochroitische, braune Hornblende besitzt meist zackigen Umriß,

geht allmählich in grüne über und später in tintenblaupolarisierenden Pennin. Als Einschluß führt sie neben Chlorit und Apatit farblose Augitkörner, welche mit ihr parallel der c-Achse verwachsen sind, aber sonst im Gestein nicht vorkommen. Die keilförmigen Zwischenräume zwischen dem schmutziggrauen Plagioklas füllt ein radialstrahliges, farbloses bis zeisiggelbes Epidotmineral aus. In den verschiedensten Ausbildungsformen trifft man Titaneisen an, aus dem sekundär Titanit entstanden ist.

Zu den Augitdiabasen zählen folgende Vorkommen:

No. 575 Geröll im Noil Leke bei Bivak Koatnana. Das dunkelgrüne, diabasisch-körnige Gestein besteht aus Feldspatleisten, idiomorph begrenztem, rötlichviolettem Augit, scharf begrenzten kleinen Hornblendeindividuen und Titaneisen. Die Umrandung der Hornblende bilden Chloritfasern, die senkrecht zu der Umrißform stehen. Chlorit und radialstrahlige Zeolithe sind sekundäre Bestandteile.

No. 158 am Pfad von Naikliu nach Honu. Ebenfalls ein körniger, frischer Diabas. Die Zwischenräume zwischen den Feldspatleisten sind von chloritischer Substanz, deren Hauptmasse wohl aus einem Einsprengling hervorgegangen ist, und wasserhellem Analcim erfüllt.

No. 105 am Bach bei Lelogama besitzt große Ähnlichkeit mit oberdevonischen Intrusivdiabasen des Rheinischen Schiefergebirges und ist bemerkenswert durch die zentimetergroßen Augit- und die millimetergroßen Apatitkristalle.

No. 308 am Pfad von Fatu Unus bis zur Quelle des Oil Neke. Das graugrüne, feinkörnige Gestein zeigt im Dünnschliff Intersertalstruktur, indem sich zwischen den Feldspatleisten als Mesostasis Chlorit, grauer Augit und Glas eingefunden hat. Weitere Diabasvorkommen sind: No. 2 am Oberlauf des Opaha bei Baung, Landschaft Amarassi; No. 11 am rechten Ufer des Noil Féu bei Tjamplong; No. 70 H bei Biwak Nenas (Mutisgebirge).

b) Porphyrische Gesteine der Diabasreihe.

α) Diabasporphyrite. Die Porphyrstruktur offenbart sich dadurch, daß sich aus einer graugrünen Grundmasse größere verwitterte Feldspätkristalle herausheben. Dieselben sind (No. 43) unter Bildung einer calcit- und muscovitartigen Masse schmutziggrau zersetzt, beherbergen im Kern bisweilen Chlorit und Schlackeneinschlüsse. Auch scharf begrenzter Augit ist schon makroskopisch sichtbar. Die Grundmasse besteht aus Feldspat, Chlorit, Magnetit und stabförmigen Wachstumsformen von Titaneisen. Sekundär gebildet haben sich Kalkspat, sphärolithischer Chalcedon und Analcim. Hierzu gehören:

No. 43 zwischen Berg Lulu und Bivak Bioba.

No. 574 Geröll aus dem Noil Leke bei Bivak Koatnana.

No. 83 H zwischen Noil Pinuf und Oilmassi, am Pfad von Kasliu nach Nenas. In dem Vorkommen No. 65 H am Pfad von

Fatu Oinino nach Nenas (Mutisgebirge) gesellt sich zu Plagioklas noch Olivin, allerdings völlig umgewandelt: der Rand besteht aus rotbraunem Eisenoxyd, das Innere aus gelbem Limonit, deren Einzelbestandteile sich rhombenförmig aneinanderreihen, und Serpentin. Der Augit findet sich im Gestein in Nestern von Chlorit eingebettet.

β) Als Augitporphyr ist das Gestein No. 31 H vom Oberlauf des Noil Niti, westlich von Kaoniki, zu bezeichnen. Es besteht aus einem bunten Gemenge von weißlichen Calcitmandeln, rostbraun verwittertem Olivin und frischen Augitkristallen, eingelagert in Chlorit. Äußerlich besitzt es Ähnlichkeit mit dem Limburgit vom Kaiserstuhl, allerdings liegt kein Titanaugit vor.

c) Glasige Diabasgesteine, dem Deckdiabas gleichend. Glasreiche Diabase kommen in allen Gebieten von West-Timor vor. Ihr Reichtum an Glas, die Mikrofluidalstruktur der Feldspatleisten, das Fehlen von Einsprenglingen weisen darauf hin, daß sie schnell erstarrt sind und von der Oberfläche eines Lavastromes stammen. Dem entspricht auch ihr geologisches Auftreten als mächtige Decken zwischen permischen Sedimenten. Die Gesteine besitzen ein dichtes, graues bis dunkelgrünes Aussehen. Ein solch typischer Deckdiabas mit intersertaler Struktur, wie wir ihn aus der Dillenburger Gegend kennen, ist z. B. das Gestein No. 66 H am Pfad von Fatu Oinino nach Nenas im Mutisgebirge.

d) Melaphyre. Die dichten bis feinkörnigen Melaphyrgesteine besitzen dunkelgraugrüne bis braunschwarze Farben und leiten teilweise zur Diabasreihe über. Sie sind meist arm an Pyroxenmineralien, bisweilen fehlen sie, desto reicher aber sind sie an Eisenerz. Solche Melaphyre kommen vor (No. 147) bei Oikalisa, am Strand zwischen Punbaun und Naikliu.

No. 176 H am Pfad von Fatu Leo nach Nuataus. Dieses letztere Gestein besitzt u. d. M. porphyrische Feldspäte und Olivin, beide stark zersetzt allerdings. Die Bestandteile der Grundmasse sind frische, grauviolette Augitkörner, Chlorit, Magnetit und braunes Glas.

No. 149 H Geröll am Wege von Babau nach Fatu Fallo. In dem dunkelgrauen Gestein wurde makroskopisch klarer rissiger Sanidin ($n = 1{,}521$), kleine Hornblende- und größere Augitkristalle festgestellt. Rostbraune Flecken weisen auf verwitterten Olivin hin. Während Sanidin im Schliff völlig fehlt, sind an frischen Mineralien nur nahezu farbloser Augit und größere Apatitkristalle vorhanden.

Aus dem Mutisgebirge zwischen Fatu Emnassi, Nenas, Kaslin und Bonleo liegt eine Anzahl von Melaphyren vor, die z. T. stark verwittert und für die mikroskopische Untersuchung ungeeignet sind. No. 628 als Geröll im Mesatnunbai, zwischen Kapan und Fatu Emnassi gesammelt, ist ein schokoladebrauner Melaphyr mit glasglänzendem Feldspat in einer dichten Grundmasse, die nur aus Feldspat- und Magnetitkörnern besteht. Die starke Anreicherung von Eisenoxyd, die blutroten Körner von Eisenglanz dürften durch

postvulkanische Prozesse entstanden sein. Bei Dorf Biota (45, 47), vom Oberlauf des Noil Niti (564) und zwischen Bivak und Fatu Kaoniki (25) wurden dichte, dunkelbraune Gesteine gesammelt, die nur aus Plagioklasleisten und Magnetitkörnern bestehen. Der fluidalen Anordnung der Feldspatleisten entsprechend, dürften die Gesteine von der Oberfläche eines Lavastromes stammen.

Von Melaphyrmandelsteinen liegt eine größere Anzahl vor, deren typische Vertreter gefunden wurden: No. 175 H am Wege von Fatu Fallo nach Nuataus, No. 11 H bei Kniti am Pfad von Lelogama nach Bikmela.

e) Diabas- und Melaphyrtuffe. Unter den chloritreichen Diabastuffen unterscheiden wir zwei Varietäten von Schalsteinen: dichte bis feinkörnige Gesteine und dünnplattige, flaserige Schalsteine, denen der Dillenburger Gegend ähnlich: hellere und dunklere rostbraune Lagen wechseln hier miteinander ab. Das diabasischkörnige Eruptivmaterial ist teils durch quarzhaltiges, toniges Material, teils durch Chlorit und Calcit verkittet. Auch zeisiggrüne, epidothaltige und stark glasige, von Eisenhydroxyd imprägnierte Tuffe finden sich vor vom Oberlauf des Noil Niti (34, 35 H) und vom Bach bei Lelogama (104).

In den beiden Diabasporphyrittuffen No. 86 auf dem Rücken von Lelogama nach Panaflila und No. 146 am Strand zwischen Punbaun und Naikliu überwiegen in dem chloritisierten Eruptivmaterial die mannigfach verzwillingten Feldspäte. Im Noil Niti, flußabwärts von der Wegkreuzung Tanini—Benu, findet sich im Perm an der Grenze gegen die untere Trias ein lockerer grüner Diabastuff, bestehend aus einer magnetitreichen Glasmasse vermischt mit kalkigem und tonigem Material.

Die Melaphyrtuffe sind dunkle, graugrüne bis rotbraune Gesteine, deren dichtes Äußere meist einen Tuff nicht erwarten läßt. In dem mikroskopischen Bild erkennt man leicht größere Melaphyrbrocken, die durch Chlorit, Quarz oder Kalkspat miteinander verkittet sind. Die Tuffe entstammen fast ausnahmslos dem Melaphyrgebiet des Mutisgebirges.

Kristalline Schiefer. Ein größeres Massiv aus quarzreichen Glimmer- und Epidotschiefern findet sich am Rande der Klippenzone zwischen Noil Taëng und Tramano und ist besonders gut im Flusse Tubenu aufgeschlossen. Der basischen Schieferserie gehören die Feldspatamphibolite des Mutismassivs und die Hornblende-Plagioklasgesteine des Mologebirges an. Die Entstehung der Amphibolite aus Gabbrogesteinen läßt sich an einem frischen Hornblendegabbro, einem dynamometamorph veränderten Hornblendegestein und einem typischen Plagioklasamphibolit verfolgen, die alle vom Südabhang des Netemnano stammen.

1. Granatamphibolit No. 110 Geröll im Noil Niti beim Übergang des Pfades von Tanini nach Lelogama. In dem dunkel-

grünen, wenig geschieferten Gestein fallen gleich die lokal angehäuften roten Granatkörner ins Auge. Außerdem beteiligen sich an seiner Zusammensetzung schwach pleochroitische, braune Hornblende mit Einschlüssen haarfeiner Nädelchen, ein nahezu farbloser diopsidischer Augit, Titanit, Rutil und Apatit.

2. Granatserpentingestein No. 57 H vom Rücken des Berges Konkon, südlich von Lelogama. Das graugrüne Gestein ist von einer 1 mm dicken Prehnitkruste bedeckt und von grünlichweißen Prehnitadern durchzogen, die im Mikroskop ein wirres Gemenge stark doppelbrechender Körner bilden. Der im Dünnschliff blaßrötliche Granat, durchzogen von tintenblaupolarisierenden, epidotführenden Serpentinadern, enthält stellenweise dicht gedrängt Zirkonkörner. Unregelmäßige Körner von Titaneisen umschließen zuweilen honiggelbe Partien von neugebildetem Rutil.

3. Die Plagioklasamphibolite entstammen dem Stock des Mutisgebirges oder wurden in dessen Umgebung als Flußgerölle gesammelt. Bei einem mehr oder weniger schiefrigen Gefüge zeigen sie durchweg grüne Farben. Die feinkörnigen verraten auf den Schieferflächen feinen Seidenglanz. Einige besitzen ausgesprochene Flaserstruktur, andere ausgezeichnete Lagenstruktur mit dunklen amphibolreichen und helleren epidotreichen Schichten. Die blaugrüne Hornblende besitzt kräftigen Pleochroismus, aber unvollkommene Begrenzung. Ihre Vertikalachse liegt in der Schieferungsebene. Der saure Plagioklas bildet gewöhnlich mosaikartige Anhäufungen und ist, abgesehen von größeren Durchschnitten, frei von Spaltrissen und Zwillingslamellen. Als Nebengemengteile wurde Epidot, Titaneisen und daraus entstanden Titanit und Rutil, ferner Quarz, Apatit und Zirkon beobachtet.

4. Hornblende-Plagioklasgesteine aus dem Mologebirge. Die stark metamorphen Gesteine, wahrscheinlich aus Augitgesteinen hervorgegangen, bestehen aus grüner Hornblende, Feldspat, Epidot und Titaneisen. Die Druckwirkung macht sich bemerkbar in der undulösen Auslöschung der schmutziggrauen Feldspäte und den wellenförmigen Biegungen der ausgefaserten Hornblendeleisten. Auffallender noch tritt die Druckwirkung in dem Gestein vom Südabhang des Netemnano, am Pfad von Kasliu nach Naikaki, zutage durch die Stauchung und Faltung der langstengligen, strahlsteinartigen Hornblende.

5. Ein kalkhaltiger Chloritschiefer vom Berge Sonfin zwischen Bonleo und Fatu Emnassi zeichnet sich aus durch den regelmäßigen Wechsel von grünen, sericitführenden und braunen, eisenreichen Chloritlagen mit kristallinen, hellen Kalklagen. In Kalk eingelagert findet man stark gewundene Sericitfasern und eine stenglig-faserige, strahlsteinartige Hornblende, die sich aus einer braunen, stärker pleochroitischen entwickelt hat.

6. Glimmerschiefer. Quarzreiche Glimmerschiefer finden sich im Flusse Tubenu (19 H), im Noil Noni bei Mosu (73) und bei Leloboko (182). Die hellen Lagen bestehen aus einem Gemenge von undulös auslöschenden Quarz- und Feldspatkörnern. Die Zusammensetzung der dunklen Streifen bildet Glimmer, der von einer pulverförmigen, dunklen Masse, die Wichmann (2, p. 157) bald für Kohleflitterchen, bald für Graphit hält, imprägniert ist. Neben dem faserigen, farblosen bis hellgrünen Muscovit beobachtet man, mit Ausnahme von 19 H, auch unregelmäßige Biotitblättchen, ferner chloritische Substanz und Epidot.

7. Epidotschiefer. No. 80. Bei Dorf Tnda, am Wege von Mosu nach Lelogama, steht ein gelblichgrüner, feinkörniger Epidotschiefer an. Die Schichtung zwischen dunklen, aus Epidot, Chlorit und Titaneisen bestehenden Lagen und den hellen Feldspatkörnern ist erst u. d. M. zu erkennen. Die länglichen, gebuchteten Epidotkörner besitzen gute Spaltbarkeit und eine Durchschnittsgröße von etwa 0,4 mm. Die Zwischenmasse bildet faseriger Chlorit. No. 145 H Geröll im Noil Meto, am Pfad von Oil Ekam nach Bokong, ist ein völlig dichter „Epidotfels", der aus lichtgrüner, strahlsteinartiger Hornblende, schmutziggelben Epidotkörnern, schwach polarisierendem Chlorit und braun durchsichtigen Rutilkörnern besteht.

Literatur.

(1) F. Beyrich, Über eine Kohlenkalkfauna von der Insel Timor. Abhandl. Berl. Akad. d. W. 1865. — (2) A. Wichmann, Gesteine von Timor. Leiden 1882—87. — (3) H. Hirschi, Zur Geologie und Geographie von Portugiesisch-Timor. N. Jahrb. Beil.-Bd. XXIV. 1907. 460—474. — (4) R. D. M. Verbeek, Rapport sur les Moluques. Batavia 1908. — (5) J. Retgers, Gesteenten van Timor. Jaarboek van het Mynwezen. 1895. — (6) H. A. Brouwer, Neue Funde von Gesteinen der Alkalireihe auf Timor. Dies. Centralbl. 1913 u. 1914. — (7) J. Wanner, Geologie von West-Timor. Geol. Rundschau. 1913. Bd. IV. — Nach Fertigstellung der Arbeit erschien H. A. Brouwer, Gesteenten van Oost-Nederlandsch Timor. Leiden 1918.

Über die Entstehungsweise von Rillensteinen.

Von **A. Kumm** in Braunschweig.

In seiner Auseinandersetzung mit meiner Untersuchung über „Die Entstehung der Eindrücke in Geröllen" (Geol. Rundschau Bd. X, 1920, p. 183) hat P. Kessler (daselbst Bd. XII, p. 58) die Frage angeschnitten, „ob auch die aufsteigende salzbeladene Feuchtigkeit ariden Klimas Gerölle mit Eindrücken zustande kommen läßt". Diese Frage „wäre gerade mit Rücksicht auf den Buntsandstein zu untersuchen, wenn man für seine Gerölle Entstehung der Eindrücke im unmittelbaren Anschluß an die Ablagerung annimmt". Unter aridem Klima durch aufsteigende Flüssigkeit gebildete Rillensteine ließen es nach Kessler's Meinung nicht ausgeschlossen erscheinen.

Da ich inzwischen das Problem der Eindrucksbildung besonders von dem Gesichtspunkte der Feststellung der Entstehungszeit aus weiter zu verfolgen Gelegenheit gehabt habe (worüber demnächst eine Veröffentlichung erscheinen wird) und ich in meiner Ansicht von der frühzeitigen Entstehung der Eindrücke aller mir näher bekannten Konglomerate, Oolithe und Fossilbreccien bestärkt worden bin, fühle ich mich veranlaßt, auf die Kessler'sche Anregung näher einzugehen.

Es ist zunächst zu untersuchen, ob Eindrücke durch aufsteigende Flüssigkeit überhaupt entstehen können. Dabei ist vorausgesetzt, daß das Aufsteigen von Lösungen in Böden unter aridem Klima durch die starke Verdunstung an der Erdoberfläche hervorgerufen wird. Da nach Walther's Ansicht, der Kessler zuzustimmen scheint, die Rillensteine der Wüsten eine Folge der Ätzwirkung aufsteigender, sich langsam an der Oberfläche der im Boden verteilten Kalksteine entlang ziehenden Lösungen sind, könnte es zweckdienlich sein, auch die Entstehungsweise der durch Auflösung auf rein anorganischem Wege entstandenen Rillensteine einer kritischen Betrachtung zu unterziehen, zumal sich bereits wichtige Bedenken gegen die Ansicht Walther's geltend gemacht haben. Erschwerend wirkt die Tatsache, daß bis jetzt weder in Ablagerungen der Wüste Eindrücke, noch in den Konglomeraten des Buntsandsteins Rillensteine gefunden worden sind. Während dem Fehlen von Rillenskulptur auf Buntsandsteingeröllen keine Bedeutung beizumessen ist, da diese Auflösungserscheinung bisher nur von Kalkstein, Dolomit, Gips und Hämatit bekannt zu sein scheint, und derartige Gesteine unter den Buntsandsteingeröllen gänzlich fehlen, könnte man aber durch das Fehlen der Eindrücke in Kalksteingeröllen von Wüstenschottern wohl dazu gelangen, die Oolithe des Unteren sowie die Konglomerate des Mittleren Buntsandsteins für Ablagerungen nicht ariden Klimas zu halten, wenn nicht die Möglichkeit vorläge, daß Eindrücke im Wüstenboden bisher vielleicht nur übersehen worden sind, oder daß sie erst in größerer Tiefe vorkommen. Eine Entstehung von Eindrücken in der Wüste möchte ich nicht von vornherein für unmöglich halten, nur fragt es sich, welcher Art das Wasser seinem Auftreten nach sein könnte. Würde man diese hypothetischen Eindrücke der lösenden Wirkung des Sickerwassers oder des bei Grundwasserspiegelsenkungen in den Kapillaren zurückbleibenden oder aber des durch die Verdunstung nach oben gezogenen Wassers zuschreiben müssen? Die Meinungen würden geteilt sein. Was die dritte Möglichkeit anbetrifft, so läßt sich leicht feststellen, daß sie für die Bildung von Eindrücken überhaupt nicht in Frage kommen kann, da Eindrücke nur in grobkörnigen, sehr bindemittelarmen, lockeren Ablagerungen entstehen können, und da in solchen Böden (mit mehr als 0,2 mm Korndurchmesser) an ein Aufsteigen von Flüssigkeit außer durch Wasserzufuhr nicht zu denken ist.

Dieses Aufsteigen von Flüssigkeit kann nur unter Ausfüllung aller Zwischenräume zwischen den Körnern vor sich gehen, und damit ist ja eine Auflösung allein an den Berührungs- oder Annäherungsstellen unmöglich gemacht. Wenn auch ein Höhersteigen des Grundwasserspiegels in solchen Böden durch Verdunstung an der Oberfläche nicht stattfinden kann, so tritt doch innerhalb des Grundwassers selbst eine Strömung auf, die nach dem Maße des oben entfernten Wassers neues von der Tiefe her zuführt, soweit überhaupt Grundwasser vorhanden ist. Es wäre nun immerhin möglich, daß durch diese Konvektionsströmung bei den Kalksteingeröllen an den Stellen, die nicht in engster Berührung mit Nachbargeröllen oder -körnern sind, eine Auflösung vollzogen würde, wodurch etwa eine ähnliche Erscheinung hervorgerufen würde, wie ich sie aus dem Neckardiluvium von Heidelberg auf p. 214 der eingangs erwähnten Arbeit angeführt habe. Hier war die Gerölloberfläche bis auf mehrere Berührungskegel der Auflösung anheimgefallen. Auch das von Rollier (N. Jahrb. f. Min. etc. 1897, p. 214) beschriebene Oligocänkonglomerat dürfte hier zu nennen sein. Abgesehen davon, daß diese Fälle nur eine Wirkung überreichlichen Sickerwassers oder fließenden Grundwassers sein werden, muß es zweifelhaft erscheinen, daß man solche Gerölle, selbst wenn in sandigem Boden sehr zahlreiche Berührungskegel bestehen bleiben würden, zu den Rillensteinen stellen dürfe, und ebenso muß es zweifelhaft erscheinen, daß ein von unten aufsteigendes Grundwasser noch Lösungsfähigkeit besitzen könnte.

Daß aber im Gegensatz dazu durch lockerkörnige Gesteine durchsickerndes Wasser an löslichen Einschlüssen Rillenskulptur erzeugen kann, konnte ich an einer Klappe von *Exogyra Couloni* aus dem oolithischen Hilseisenstein der Gegend von Salzgitter erkennen. Die Schale ist auf den flacheren Stellen ihrer Innen- und Außenseite ganz bedeckt mit feinen rundlichen Grübchen, den von Ooiden und Brauneisensteinkörnchen herrührenden Eindrücken. Auf dem aufgebogenen Rande jedoch zeigen die Grübchen eine deutliche und zum Teil beträchtliche Längsstreckung in paralleler Anordnung in der Richtung des Gefälles und sitzen so dicht nebeneinander, daß nur ein sehr schmaler Grat zwischen ihnen bestehen bleibt. Sind die kurzen Quergrate nun außerdem noch schwächer ausgebildet, so wird der Eindruck einer Rillenbildung noch deutlicher. Die Rillen zeigen die Richtung an, in der sich die Flüssigkeit von Berührungspunkt zu Berührungspunkt zeitweilig bewegte, was auf den mehr horizontal gelegenen flachen Stellen nach allen Seiten hin, auf den geneigten Flächen jedoch vorzugsweise in der Richtung des größten Gefälles geschah. Unterstützt wurde der Vorgang durch langsames Abwärtsgleiten der Körnchen je nach dem Maße des durch die Auflösung hervorgerufenen Zusammensitzens. Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn auch etwas weniger klar, an einer

Schale von *Ostrea diluviana* aus dem Eisensteinkonglomerat des Oberemscher von Groß-Bülten bei Peine, und ich glaube sie früher auch einmal an einem Quarzitgeröll aus dem Buntsandstein angedeutet gesehen zu haben, konnte ihr jedoch wegen der äußerst schwachen Ausbildung keinen Wert beilegen. Niemand wird aber diese Riefung mit den Rillensteinen der Wüsten, der Hochgebirge, der Polargebiete und der Felsenküste in Vergleich setzen wollen.

Nach der Ansicht von Walther und Kessler sollen aber die Wüstenrillen nicht in grobkörnigen, rein sandigen, sondern in Ablagerungen mit tonigem Bindemittel entstanden sein, und es wäre zu untersuchen, ob sich die Bodenfeuchtigkeit hier anders verhält als in jenen. Von vornherein muß es als ausgeschlossen gelten, daß in einem solchen Gestein durch aufsteigende, oder auch durch absteigende Flüssigkeit Eindrücke entstehen können, da die Bodenpartikelchen und demgemäß auch die Porenräume zu klein sind, um nicht ganz von Wasser umhüllt, bezw. erfüllt zu werden. Die Zirkulationsbedingungen sind jedenfalls auch gänzlich andere als im grobporigen Boden. Ein eigentliches Fließen findet nicht statt, und Kapillarität und Diffusion bekommen das Übergewicht. Die Kapillarität wirkt dem Absteigen etwa vorhandener Sickerwässer aus Niederschlägen entgegen und kann es unter Umständen vollständig verhindern. Ein Aufsteigen von Lösung würde sie dagegen befördern, aber nur bis zu einer oberen Grenze, die auch durch starke Verdunstung an der Oberfläche nicht weiter gehoben werden kann. Die Verdunstung wird vielmehr das Niveau der Feuchtigkeitsgrenze nach unten drücken; die obersten Bodenlagen trocknen aus. Beim Aufhören der Verdunstung wird nun durch die Kapillarität Feuchtigkeit aus der Tiefe wieder nach oben dringen. Vielleicht tritt auch bei starker Abkühlung der Erdoberfläche infolge Ausstrahlung durch Kondensation von Wasserdampf Wasser hinzu.

Es erscheint mir sehr unwahrscheinlich, das diese geringfügigen Strömungen an der Grenze feucht-trocken eine merkliche Auflösung an den in tonigem Boden eingebetteten Kalksteinen hervorbringen, geschweige denn eine tiefe rillenförmige Anätzung bedingen könnten, da doch als sicher anzunehmen ist, daß eine Lösung um so konzentrierter sein wird, je feinporiger das Gestein, d. h. je geringer ihre Zirkulationsgeschwindigkeit ist. Die einzige Möglichkeit, die meines Erachtens noch vorliegen könnte, ist die: der tonige Boden bekommt durch die Austrocknung zahlreiche Risse, die auch an der Grenze des Gesteinsstückes zum Ton auftreten werden; füllen sich diese Risse mit Flüssigkeit, die z. B. durch Verwitterung von Schwefelkies entstandene freie Schwefelsäure enthielte, so würden die Einschlüsse durch sie angeätzt werden, und auf ihrer Unterseite könnten Kohlensäurebläschen beim Aufsteigen unter geneigter Fläche die durch Versuche bekannten Rillen verursachen.

Diese Erklärungsweise muß jedoch als zu kompliziert und gezwungen abgelehnt werden, zumal durch Blanckenhorn die Bedeutung eines bisher nicht berücksichtigten Faktors für die Rillensteinfrage, des Taus, bekannt geworden ist. Während nach Blanckenhorn (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 68. 1916. p. 27) die Walther'sche Deutungsweise nicht alle verschiedenen Rillenerscheinungen der Wüstensteine zu erklären vermag, ist die Blanckenhorn'sche Ansicht dagegen imstande, eine auch für Rillensteine in Gebieten mit anders geartetem Klima und für die besonderen Umstände ihres Auftretens überhaupt gültige Erklärung zu geben. Blanckenhorn führt die Entstehung gewisser Formen der Rillenskulptur auf die auflösende Wirkung des Taus zurück, nimmt aber für manche Rillen der Unterseite die Ätzung durch „aufsteigende salzhaltige Lösungen" an. Ich möchte nun vermuten, daß Blanckenhorn im weiteren Verfolg seiner Beobachtungen auch für die Auflösung der Unterseite zu einer Ablehnung der Aszensionsauflösung kommen wird. Wahrscheinlich läßt sich das verschiedene Verhalten von Ober- und Unterseite ebenfalls aus der Wirkung des Taus erklären. Die Tautröpfchen werden sich im allgemeinen nur auf der Oberseite niederschlagen, und solange sie dort festhaften, erzeugen sie kleine Lösungsgrübchen. Wachsen die Tropfen aber, bis die Schwerkraft die Adhäsion überwindet, so vereinigen sich einzelne mit den nächst tieferen, wodurch diese ebenfalls zum Fließen gebracht werden. Sind nun beim ersten Male schon schwache reihenförmig angeordnete Grübchen, bezw. Rillen entstanden, so wird das abrieselnde Wasser zukünftig stets wieder dieselben Bahnen benutzen. Die Tropfen folgen der Richtung des größten Gefälles, seitliche Richtungen vereinigen sich zu einer Hauptrichtung. Oben, wo die Tropfen noch klein sind, wird die Beschaffenheit der Oberfläche die Richtung leichter beeinflussen als weiter unten, und demgemäß sind die Rillen oben gewundener und schmaler, und unten werden sie gestreckter und breiter. Flache, wenig geneigte Flächenteile verhindern das Abfließen und zeigen keine klaren Rillen, sondern nur kleine Emporragungen auf gleichmäßig vertiefter Oberfläche. Das an der Unterseite gestaute Wasser oder die vom Boden aufgenommene Feuchtigkeit besitzen noch Lösungsfähigkeit genug, um auch diese Seite des Steins zu korrodieren, wodurch natürlicherweise wegen des Fehlens der Strömung anders geartete Ätzbilder entstehen müssen.

Durch die Blanckenhorn'sche Theorie wird nun auch für die Beobachtung, daß Rillensteine in aridem Klima sich ausschließlich auf tonigem Boden, bezw. in den Oasen finden sollen, eine befriedigende Erklärung ermöglicht. Toniger Boden ist wohl auch in den Wüsten als jüngste Bildung hauptsächlich an das Auftreten von Wasser gebunden (z. B. in Flußtälern und Oasen), ist daher meist feucht und kalt und begünstigt darum die Nebelbildung sehr

wesentlich. Denn wäre der Tonboden meist trocken, so würde er bald ein Spiel des Windes geworden sein, während aber seine Feuchtigkeit nicht allein die Abtragung verhindert, sondern sogar die Ablagerung von feinem Staub veranlaßt und auf diese Weise auch die Einbettung der auf der Oberfläche entstandenen Rillensteine bewirken kann. Daß zu gewissen Zeiten auch wieder eine Bloßlegung erfolgen kann, und die Rillen durch sandbeladenen Wind poliert und abgeschliffen werden können, ist leicht verständlich. Über den Einfluß der Schattenseiten von Felsen und Hängen in bezug auf die Taubildung hat Blanckenhorn (p. 29) bereits Beobachtungen mitgeteilt.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet bietet auch das Vorkommen von Rillensteinen im Hochgebirge (Escher, Geol. Rundsch. IV. 1913) und auf Spitzbergen keine großen Schwierigkeiten. Ja, nach den von Kessler (daselbst p. 414) und Salomon (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 68. 1916. p. 22) darüber mitgeteilten Ansichten sind diese Beispiele sogar sehr gut dazu geeignet, um als Stütze für die Deutungsweise Blanckenhorn's zu dienen. Die Entstehungsweise ist die gleiche wie in der Wüste, nur mit dem einen Unterschiede, daß in den kalten Gebieten der Niederschlag von Wasserdampf auf den Steinen nicht oder nicht immer in flüssiger, sondern in fester Form als Reif erfolgt, der erst, um wirksam zu werden, durch Sonnenwärme zu Wasser werden muß.

Was das Spitzbergener Vorkommen anbetrifft, so findet sich nach den Angaben der genannten Autoren, sowie nach freundlichen mündlichen Mitteilungen von Herrn Prof. Stolley, der einen prachtvollen Rillenstein und einige angeätzte Kalkspatstücke vom Middle Hook dem Braunschweiger Geol. Institut überwiesen hat, die „Rieselungsskulptur" auf Septarienbruchstücken. Septarien haben bekanntlich ihre innere Zerklüftung schon im Gestein erhalten, und ebenso ist auch schon die Ausfüllung der Klüfte mit Kalkspat erfolgt, ehe die Knollen durch Abtragung des umhüllenden Tons an die Oberfläche gelangten. Jetzt erst zerfielen sie durch Frostwirkung in einzelne oft windkanterähnliche Stücke. Damit ist bewiesen, daß die Rillen auf der Oberfläche der Bruchstücke nicht bereits unter der Erdoberfläche entstanden sein können. Daß an Winderosion „trotz der exponierten Lage der Stelle nicht zu denken" ist, haben Kessler sowohl wie Högbom, Salomon und Stolley ausdrücklich betont. Da eine Entstehung durch Organismen ebensowenig in Frage kommt, bleiben für eine Erklärung nur die Niederschläge aus der Luft übrig, und zwar nicht als Regen oder Schnee, sondern als Reif, dessen große Bedeutung für das Wachstum der Gletscher während der Spitzbergenfahrt erkannt wurde. Es ist wohl denkbar, daß ein im polaren Sommer täglich sich wiederholender Vorgang, wie die Bildung von Reif und dessen Auftauen zu einzelnen Tropfen, zu starker Auflösung der Gesteinsoberfläche führt. Die besondere Form der Lösungsgrübchen, ob sie sich zu Rillen aneinander-

schließen, oder ob sie eine größere Fläche mit ± scharfer Abgrenzung bedecken, ist lediglich eine Folge der verschiedenen Neigung der Oberfläche des Gesteinsbrockens und der Löslichkeitsunterschiede des Gesteins selbst. Auf den von Stolley gesammelten Kalkspatbruchstücken, die aus Kluftausfüllungen der oben genannten Septarien stammen, sind nur ganz wenig größere, aber sehr flache Rinnen zu erkennen, und im übrigen zeigt sich eine sehr schwache Auflösung den Rhomboederspaltrissen entlang. Die Oberseite sieht trotzdem glatt und seidig schimmernd aus, während die Unterseite dagegen ein mattes und stumpfes Aussehen aufweist. Diesen flachen Stücken fehlte eben die entsprechende Neigung der Flächen der Oberseite, wie sie die oft windkanterähnlichen Kalksteinstücke reichlich besitzen.

Nach allen Beobachtungen muß es als durchaus gerechtfertigt erscheinen, diese durch abrieselnden Tau oder geschmolzenen Reif entstandenen Rillensteine in Parallele zu setzen mit den Brandungsrillen an der Küste (Salomon p. 24), wo die Rieselungsskulptur durch die abfließenden Tropfen der Brandungsspritzer und des Sprühnebels erzeugt werden, und mit den Karrenbildungen (Kessler p. 414), die nur eine ins Große übertragene Rillenbildung darstellen. Im Prinzip wird man sogar eine Übereinstimmung der Bildung der genannten Rillensteinarten mit den Erosionsformen der Flüsse usw. in homogenen löslichen Gesteinen, ja, mit den Erosionsformen überhaupt feststellen müssen, ist doch bei allen diesen Formen das Gemeinsame bezw. das Wesentliche das vorzugsweise rillenförmige Angreifen der Gesteinsoberfläche durch chemische Auflösung oder durch mechanische Ritzung oder durch beides zugleich. Während nun die Kleinformen der Rieselungsskulptur, die eigentlichen Rillensteine, im wesentlichen auf Gebiete mit vorwiegend Tau- oder Reifbildung, oder wenigstens auf Gebiete mit seltenen Regen- oder Schneefällen beschränkt zu sein scheinen, herrschen dagegen in Gebieten mit vorwiegend Regen- oder Schneeniederschlägen die Mittel- und Großformen, die Regenrillen, die Karrenfelder usw. vor[1].

Von diesen „auf rein anorganischem Wege“ durch Feuchtigkeit entstandenen Gebilden sind jene „durch Vermittlung von Organismen (Algen, Flechten, Wurzeln höherer Pflanzen, Insektenlarven)“ gebildeten „Furchensteine“ scharf zu trennen (vgl. darüber die Literatur bei Salomon l. c. und Müller, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 49. 1897. p. 27).

[1] Daß auch durch Regen auf Kristallen rillenartige „Ätzfiguren“ auftreten, wurde durch v. Kraatz (Gyps von Klein-Schöppenstedt bei Braunschweig. Mitteilungen aus dem Roemer-Museum, Hildesheim. No. 4 1896) festgestellt. Bei diesen Gipskristallen, wie auch beim Kalkspat, sei er von Spitzbergen oder aus der Wüste, ist die Form der Lösungsgrübchen wesentlich beeinflußt durch die kristallographischen Eigentümlichkeiten des Minerals.

Zur Frage der Bewegungsrichtungen des abschmelzenden Landeises im Ostbaltikum.

Eine Erwiderung an Herrn H. Philipp.

Von **H. Hausen** in Åbo, Finnland.

Im Heft 2, Bd. II, Jahrg. 1921 des N. Jahrb. f. Min. etc. hat H. Philipp einen „Beitrag zur Kenntnis des Endmoränenverlaufs im östlichen Baltikum" veröffentlicht. Auf Grund einer Lokalstudie in der Gegend SW vom Pleskauer See ist dieser Verfasser zu Resultaten und Schlußfolgerungen gelangt, die mit denen von mir früher vorgelegten Zusammenfassungen [1] nicht im Einklang stehen sollen. Ich möchte deswegen an dieser Stelle einige Gegenbemerkungen machen, sowie meinen Standpunkt in der Rezessionsfrage etwas verdeutlichen.

Die ausgedehnte Landfläche von Ostbaltikum bietet eine große Fülle von glazialgeologischen Problemen dar, die ich während meiner Reisen in den Jahren 1910—12 weder genügend Zeit noch Mittel hatte, genauer durchzuforschen. Es ist ja deshalb selbstverständlich, daß jede neue Lokaluntersuchung neue Züge in das glazialgeologische Strukturbild dieser Gegenden schaffen muß. Der genannte Beitrag von H. Philipp ist also eine willkommene Ergänzung und wird hoffentlich in der Zukunft von anderen gefolgt werden.

Philipp hat in der Gegend zwischen Werro—Marienburg einerseits und Pleskau (Pskow)—Ostrow anderseits nicht weniger als sieben kleinere „Endmoränenzüge" nachgewiesen, die z. T. ganz eigenartige frontale Lagen aufweisen sollen. Das Resultat der Untersuchung gipfelt darin, daß diese Staffelzüge Randlagen einer Eislobe darstellen sollen, die die Depression des Pleskauer Sees (oder sogar auch des Peipus) ausgefüllt hat. Die Bewegungsrichtung der Zunge war nach SW gerichtet, also eine bedeutende Abweichung von der üblichen Vorstellung der allgemeinen Eisbewegungsrichtungen des Ostbaltikums ausmachend.

Außerdem hat Philipp angenommen, daß die Pleskauer Lobe in früheren Rezessionsstadien viel weiter nach SW gereicht hat und sogar die gegenwärtige Düna überschritten. Der ostlivländische Moränenrücken wäre deshalb eigentlich als eine laterale Bildung der genannten Lobe aufzufassen. Seinen neuen Standpunkt unterstreicht Philipp u. a. in folgender Weise: „meine Untersuchungen führen mich ... zu einer ganz anderen Auffassung der Rückzugsbewegung des ostbaltischen Eislappens." Wollen wir zunächst

[1] Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern etc. Fennia. **34** No. 3. Helsingfors 1913.

näher untersuchen, inwieweit eine solche Behauptung begründet ist. Dann wird auch wohl diese „revolutionierende" Auffassung klarer dastehen.

Beim Durchlesen der Beschreibungen von den „Endmoränenbildungen" Philipp's findet man, daß er nur die Oberflächenformen studiert hat. Mit dem bekannten Cliché der preußischen Endmoränenzüge vor den Augen hat er streckenweise ähnliche Bildungen konstatiert — teilweise, wie er sagt, nicht ohne Mühe. Dabei hat er nach seiner Meinung in jedem einzelnen Falle auch die Proximal- und Distalseite vorgefunden, wodurch ihm die Eisbewegung als normal zu den Wällen — klar geworden ist. Nach Schrammen (im Devonkalke!) oder nach Drumlins hat er nicht gesucht.

Soviel ich von den marginalen Akkumulationsbildungen des Ostbaltikums gesehen habe, bestehen sie größtenteils aus geschichteten Bildungen. Man muß also, um die Eisrandlage im Detail feststellen zu können, Aufschlüsse über den inneren Bau besitzen. Solche Angaben fehlen bei Philipp ganz. Denn erst durch das Studium der verschiedenen Stromrichtungen der Sande und Gerölle bei der Bildung von diesen Hügellandschaften wird man wohl entscheiden können, welche Seite der Randbildungen die eisfreie war, und wie der Verlauf der Eiskante im Detail angelegt war. Ich glaube aber, daß wenn Philipp wirklich mit einem solchen Studium — sagen wir in dem Bereich der ostlivländischen Landschwelle — anfinge, er sich schon manche graue Haare schaffen könnte. Denn in diesem Gebiet müssen unzweideutig die Verhältnisse außerordentlich wechselnd gewesen sein. Ich nenne diese breiten Akkumulationsschwellen in meiner Arbeit auch Oszillationsbildungen. Kamesrücken können hier die Gestalt von „Endmoränen" ganz annehmen.

In meiner kleinen Kartenskizze über die marginale Hydrographie während der letzten Rezessionszeit habe ich die „Eisrandlagen" mit kontinuierlichen Linien angegeben. Wer auch den Text gelesen hat und nicht allein diese schematische Karte angesehen hat, wird wohl finden, daß diese „Eisrandlagen" in den Gegenden der breiten Akkumulationsgürtel nicht genau zu nehmen sind. Die Lage ist nur summarisch angedeutet, um die Bedingungen der marginalen Hydrographie zu verdeutlichen. Im Detail möchten wohl viele wechselnde Loben vorgekommen sein. Wenn Philipp glaubt eine solche Lobe im Becken des Pleskauer Sees nachgewiesen zu haben, bedeutet dies also von meinem Standpunkt aus prinzipiell nichts Unerwartetes. Es ist, wie gesagt, nur eine willkommene Detailergänzung, wenn diese sich als begründet erweisen soll [1].

[1] Es scheint mir, daß der Verfasser die Gleichzeitigkeit der östlichen und westlichen Wälle in der Niederung SW von Pleskau noch nicht bewiesen hat.

Mit den weiteren Schlüssen von Philipp kann ich vorläufig nicht einverstanden sein. Dazu muß er seine Beweise besser begründen, sonst kommen wir aus den subjektiven Konstruktionen nicht heraus. Daß Loben lokale Abweichungen in ihren Bewegungsrichtungen gezeigt haben, steht wohl außer Zweifel. Aber die Annahme der großen „Pleskauer Zunge" (die Ewstniederung ausfüllend), deren Hauptrichtung normal zu der westlivländischen NW—SO Orientierung gewesen sein sollte, ist mir mit den angeführten zweideutigen Tatsachen vor den Augen zu gewagt. Außerdem bleibt es rätselhaft, welche geheimnisvolle Kraft diese Ablenkung hervorgerufen hätte, denn die Gegend im S, SO und O von Pleskau ist ja ganz flach.

Die letzte Schlußfolgerung Philipp's lautet: „Jedenfalls geht aus den hier dargelegten Beobachtungen so viel mit Sicherheit hervor, daß wir es im Ostbaltikum nicht mit einheitlichen, NO—SW angeordneten Rückzugsphasen, sondern mit großen Eisloben zu tun haben." — Daß der Rückzug unter Bildung von Loben vor sich gegangen ist, steht wohl, wie gesagt, außer Zweifel, über deren Größe weiß aber Herr Philipp immer noch kaum mehr als andere.

Über das Hautskelett von Iguanodon[1].

Von Dr. **Otto M. Reis.**

Mit 1 Textfigur.

Die in Untersuchung genommenen Reste sind durch das beigegebene Bild (nat. Größe) in Abdruck und Gegenabdruck wohl genügend gekennzeichnet; es handelt sich um eine Anzahl dicht gedrängter, unregelmäßig, mehr länglich als breit geformter, die

[1] Zu der Bearbeitung des obigen Gegenstandes wurde ich lange Jahre vor dem Krieg von Direktor Dupont vom Musée royal d'histoire naturelle in Brüssel eingeladen. Es sollte weiteren Kreisen bekannt sein, daß nach damals im Gespräch unauffällig berührter Auffassung der politischen Beziehungen eines neutralen Staates zu den umwohnenden Garantiemächten die Direktion des genannten Museums deutsche, österreichische, englische und französische Forscher die Teilnahme an der Bearbeitung seiner reichen Schätze anbot und tatsächlich durchführen ließ. Ich konnte mir die Gegenstände der Untersuchung in Brüssel vorläufig besichtigen und die zur engeren Prüfung in München notwendigen Stücke auswählen. Die Untersuchung bot aber schon technisch große Schwierigkeiten und konnte der Ungeduld Dupont's nicht rasch genug folgen, so daß er im Jahre 1904 (August) eines Tages die Arbeitsstücke zurückverlangte. Ich behielt sie aber trotzdem, weil ich bei der Übernahme mich zu keinem Termin verpflichtet hatte und eine mühevoll begonnene

Fläche vollkommen ausfüllender, dem Anschein nach kleinplattiger bis breit schuppig-körniger Erhebungen bis zu 4 mm Durchmesser, welche durch z. T. faltenartig verstärkte Furchen bis zu 0,8 mm in einem zusammenhängenden Netz getrennt sind. Die Tatsache, daß einige wenige dieser Reste in engem Zusammenhang mit Skelettteilen der unteren Extremitäten von *Iguanodon* bzw. in der Nähe der großen Skelette dieses Fossils gefunden wurden, war für

Dupont die Ursache im Guide dans les collections — Musée royal d'Histoire Naturelle 1897, p. 24 — zu sagen: „Le corps était vraisemblablement recouvert de très petites écailles, dont on a retrouvé des specimens."

Es war für den Paläontologen, der sich mit derartigen Dingen makroskopisch und mikroskopisch viel zu beschäftigen hatte, ein

Untersuchung nicht ohne weiteres aus der Hand geben wollte, auch auf die Gefahr hin, daß sich nun andere Forscher mit der gleichen Sache auf Grund neueren Materials beschäftigen könnten. Ich hatte bei diesem Ansinnen damals auch nicht den Eindruck einer durch andere Umstände verursachten Forderung, den ich später hatte und noch habe, als z. B. im Anfange des Jahres 1914 eine ausländische Akademie über den Stand der Bearbeitung einer mir überlassenen reichen und wertvollen Reihe von versteinerten Fischen, über deren Veröffentlichung nicht lange vorher noch Verhandlungen gepflogen wurden, mit einer mich verblüffenden Kürze ohne weiteres, z. B. ohne Namensunterzeichnung des Direktors, Aufklärung verlangte.

Leichtes, gleich festzustellen, daß es sich hier nicht um einen Hautrest mit Knochenplatten und den Abdruck handeln könne. Bei den z. T. völlig beiderseits im Gestein steckenden Resten ließ sich ohne weiteres nachweisen, daß die als Knochenplättchen gelten könnenden Erhöhungen gar keine organische Körperlichkeit hatten, sondern aus der sehr feinkörnigen Sandmasse des Gesteins bestanden, welches den umgebenden Schichtkörper bildete, und daß eigentlich meist nur ein schwacher organischer Überzug den Anschein einer Schuppe oder kleinen Knochenplatte hervorbrachte. Dieser Überzug fand sich aber auch in gleicher Weise auf der Gegenplatte, welche die Eindrücke jener Erhöhungen und die Ausfüllung der Furchen zwischen ihnen trägt. Die ganze organische Substanz schien sich überhaupt beiderseits auf die engstens zusammenschließenden Überzüge zu beschränken, in welche bei der Zerspaltung des Gesteins die Masse, mit den Gesteinskörnchen enger zusammenhängend, sich in sich selbst beiderseits zerteilte.

Hierzu ist noch hinzuzufügen, daß diese dunkle organische Substanz die Vertiefungen und Erhöhungen auf beiden Seiten, der Platte und Gegenplatte, in völlig zusammenhängendem dick hautartigen Überzug bedeckte, daß also eigentlich von *getrennten* schuppenartigen Körperchen einer Hautbedeckung gar nicht die Rede sein könne. — Es fanden sich aber auch vereinzelte Stücke, welche, zwar mit weniger deutlicher, mehr ausgeglätteter Netzskulptur, doch etwas größere Dicke der organischen Substanz besaßen und welche wenigstens einige Aussicht auf Klärung durch die mikroskopische Untersuchung boten. Zufällige Querbrüche durch diese zeigten an einzelnen Stellen ein glanzkohlenartiges Aussehen, wie auch kleine Bröckchen und Flädchen dieser Art in dem Gestein hie und da verteilt sind.

Die in der Herstellung der Präparate, besonders wegen Stoffmangel, schwierige mikroskopische Untersuchung ergab nun folgendes: In den Dünnschliffen fällt am Rande gegen die mehrfach mitgeschliffenen Gesteinsteile eine bräunliche, ganz homogene Masse auf, welche im polarisierten Licht ziemlich gleichmäßig dunkel wird; sie ist völlig amorph und zeigt keine eigentlichen Strukturen, an einer Stelle eine mehrfache streifige Verdunklung, die aber den Eindruck einer einfachen Verdichtung des Stoffes macht. Dieser etwas hellere Abschnitt verläuft, sich noch schwach erhellend, verdünnt in das Gestein, zwischen dessen feinen Körnchen er sich ungleichmäßig verliert, wie wenn ein weicher, flüssiger oder plastischer Stoff in einen feinen Sand eindringt und sich etwas mit ihm vermischt. Andererseits geht dieser etwas hellere durchsichtige Teil in eine tiefschwarze Masse über, welche scharfe Austrocknungszerreißungen erkennen läßt. Es ist mir kein Zweifel, daß diese Risse der ursprünglichen Erhärtung der organischen Substanz angehören und nicht etwa der Anfertigung des Dünnschliffs unter

Kochen des Balsams zuzuschreiben sind. Es ist mir trotz vielfacher Versuche mit der bekannten Bleichflüssigkeit nicht gelungen, diese kohlige Substanz so aufzuhellen, daß ich bestimmt sagen kann, sie sei so strukturlos wie die hellere erstbeschriebene; wenn diese besondere Struktureigenschaften hätte, so würde sich dies sicher gezeigt haben, denn die Strukturfeststellung in Kohlen ist im besonderen dadurch möglich, daß sich eben Verschiedenheiten in der Aufhellungsstärke der Zellinhalte und Membranen etc. ergeben. Ich glaube daher, daß diese schwarze Masse einer besonders dichten Anhäufung der organischen Substanz entspricht, welche in ihrem kolloiden Zustand erhärtet ist. Wir dürfen hierbei zunächst an das sog. Carbo-Humin denken, welches nach v. Gümbel's grundlegenden Untersuchungen[1] alle in „Inkohlung" begriffenen Pflanzengewebe möglichst gleichmäßig durchdringt und unter allmählich fortschreitender Fossilisation (Abgabe weniger konstanter Kohlenwasserstoffverbindungen) den steinartigen Charakter der Steinkohle und auch vieler Braunkohlen erzeugen hilft.

Es ist hier noch eine weitere Möglichkeit kurz ins Auge zu fassen; Gümbel hat in dem genannten Werk auf Grund der Untersuchung von Fischresten von Münsterappel (Rheinpfalz) an eine Verkohlung der tierischen organischen Substanz geglaubt und den Begriff des Zoocarbonits aufgestellt, der vielleicht bei der Beurteilung der Iguanodontenhaut angewendet werden könnte. Nachdem ich nun die verschiedensten Fischreste von Münsterappel untersucht habe und nichts Derartiges feststellen konnte, gelang es mir nach späterer Auffindung von Resten des Originalstückes von Gümbel zu der Auffassung zu kommen (vgl. Geogn. Jahreshefte 1918/19 [1920], p. 242—244), daß hier ein Vorgang im Schuppenkleid selbst und nicht im Fleischkörper des Fisches vorläge; es dürfte sich — dies konnte im Zusammenhang mit drei Analysen von Dr. Sprengel aufgestellt werden — um eine starke Bitumenanhäufung auf Kosten der phosphoritischen Mineralsubstanz der Schuppenkörper handeln; wenn auch die Gümbel'schen Originalpräparate allmählich zu Grunde[2] gegangen sind, so lassen doch auch seine

[1] Die in den Sitzungsberichten der math.-phys. Kl. der bayr. Akad der Wissensch. 1883. 1 erschienenen Ergebnisse wurden in neuerer Zeit von Potonié im wesentlichen bestätigt: M. C.-Eg. Bertrand (Lille) spricht 22 Jahre später (Congrès internat. des Mines etc. Lüttich. Juli 1905. Abt. Angew. Geol. 3. Frage. Mit 9 Taf.) die gleichen Überzeugungen aus; leider konnten ihm bei seinem Aufenthalt in München 1912 die Gümbel'schen Präparate nicht mehr gezeigt werden (vgl. unten).

[2] Man bedenke, daß diese Präparate z. T. schon in den 1860er Jahren angefertigt wurden und daß damals solche schon durch Behandlung mit der Bleichflüssigkeit angegriffenen Präparate leider nicht mit Glas, sondern von Gümbel selbst lediglich mit einem Überstrich von Canadabalsam

Abbildungen keinen Zweifel, daß es sich hier um stark bituminierte knöcherne Basalteile der Schuppen handelt, deren anorganische Substanz stark vermindert ist.

Angewendet auf die Vergleichsmöglichkeit mit unserem Fall — es gibt tief schwarzgefärbte, auch mit Septarienrissen durchsetzte Phosphoritkoprolithen und ebenso tiefschwarz fossilisierte Knochen und Knorpelskeletteile in den permcarbonischen Schichten — wurde eine kleine Probe auf etwaigen Restgehalt von phosphorsaurem Kalk von Dr. Ad. Schwager vor seinem Ableben untersucht; es hat sich nichts ergeben. Nach dem oben gegebenen morphologischen Verhalten konnte es sich auch gar nicht um einen Schuppenpanzer handeln, sondern höchstens um — einen solchen kontinuierlich bedeckende — Weichanteile des kutanen Gewebes, also um die äußere Umhüllung eines in die Lederhaut versenkten Schuppenkleides. Die allerdings ganz von organischer Substanz freie Phosphoritisierung des solche teilweise stärker versenkten Schuppen umgebenden Kutisgewebes habe ich bei dem jurassischen *Eurycormus* (Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XLIV) nachgewiesen, so daß diese Möglichkeit bei *Iguanodon* auch ins Auge zu fassen gewesen war. Die ganz gleichmäßige strukturlose Carbo-Huminanhäufung spricht aber gegen diese Deutung, ebenso das Fehlen der doch notwendig noch einigermaßen zu erwartenden Phosphorsäure.

Man stand daher wieder vor etwas scheinbar Unlösbarem, und da die best erhaltenen Reste aus den Schichten von Bernissart zumeist selbständig im Gestein steckende Fetzen darstellten und dortselbst nur einmal ein enger Zusammenhang mit Skeletteilen sicher beobachtet war, so ging ich anderer Lösung der Frage nach, die ich eine Zeitlang in der Ähnlichkeit der Überreste mit manchen Flechten in ihrem zum Wurzelansatz verstärkten Rippennetz der Unterseite und den dazwischen eingetieften, für sich stärker an Fläche wachsenden Teilen des „Lagers“ zu finden glaubte; hierbei hätte sich die Tatsache der Verkohlung mit Verstärkung der Huminsäurewanderung nach den erhaltenen Lagerteilen von selbst ergeben. Ich verwarf jedoch aus verschiedenen morphologischen und histologischen Gründen bald wieder diesen Ausweg und kehrte zu der Angehörigkeit zu *Iguanodon* zurück.

Inzwischen hat nun ein englischer Forscher, Reginald Walter Hooley, 1917 im Geological Magazine, p. 148, Taf. X Fig. 1, über das Integument von *Iguanodon bernissartensis* aus dem Wealden der Insel Wight geschrieben; die Erlangung der Abhandlung war mit Schwierigkeiten verbunden, da die Zeitschrift in ihren Kriegszeit-

gedeckt wurden, der leicht wieder abblätterte; wir versuchten eine große Anzahl dieser alten Präparate durch Nachbehandlung dauernd zu erhalten, was aber bis auf wenige Fälle mißlang.

Bänden in Deutschland bis vor kurzem noch nicht eingetroffen ist. W. Hooley beschreibt nun die Hautreste, welche auf dem Ilium und auf den Rippen seines Fundstückes liegen; das von dem Rest gegebene, offenbar verkleinerte Bild stimmt in allen Einzelheiten mit den Resten aus Bernissart überein, so daß an der Zugehörigkeit der einzelnen im Gestein von Bernissart gefundenen Fragmente zu *Iguanodon* auch nicht der geringste Zweifel mehr erlaubt ist.

Hooley bemerkt, daß es sich um einen Abdruck handle; es seien keine Schilder oder Hautverknöcherungen zu sehen; an den den Rippen anliegenden Resten sei eine kohlige Substanz zu bemerken. Auch bemerkt er, daß an einer Stelle die Tuberkeln, welche 5—3 mm oder auch 8—7 mm groß sind, miteinander zu verschmelzen scheinen.

Ich bin daher zu folgender Deutung gekommen, welche nach meinem Dafürhalten die größte Wahrscheinlichkeit hat: *Iguanodon* hatte ein Hornschuppenskelett, welches natürlich keine Aussicht auf Erhaltung hatte[1]; das Tier lebte aber in sumpfigen, moorigen und vertorften Geländen; bei seinem Einbrechen in tieferen Moorgrund wurde die kolloidale organische Substanz (Humin), welche alle Zwischenräume des Gewebes und Torfgefüges durchdringt, emporgepreßt und überzog mit einer nun an der Luft schnell erhärtenden Schicht die Hornschuppenoberfläche der Beine und Bauchfläche. Ich möchte nicht an den sich am Körper oft fest anhängenden Kot des Pflanzenfressers denken, denn dieser mußte doch die weniger verdaulichen, daher auch wohl erhaltungsfähigeren pflanzlichen Gewebeteile enthalten. Die Hornschuppen faulten vielleicht schon vor der Überdeckung der verendeten Iguanodonten mit dem sehr feinen Sand der sie bergenden Schicht aus; die erhaltungsfähigen Teile der erhärteten — kurz gesagt — Huminkruste konnten auch von der Körperfläche losgelöst und von beiden Seiten ohne weiteres in das Gestein eingeschlossen, in ihren Formen abgegossen und erhalten werden, wenn auch das feine Sandkorn sich noch hie und da mit der halbplastischen organischen Substanz vermengte.

[1] Bis jetzt ist keine Fossilisation von Hornskeletteilen bekannt geworden; die von Eberhard Fraas bei *Ichthyosaurus* als Hornskeletteile bezeichneten Bildungen (Jahreshefte für vaterl. Naturkunde in Württemberg. 1888. p. 293) haben sich als Phosphoritisierung der Muskelweichteile erwiesen (vgl. Reis, Archiv f. mikrosk. Anatomie. XLI p. 523 u. XLIV p. 108[1]).

Miscellanea.

Sal oder Sial? Herr A. Wegener hält es für angebracht, die von E. Suess für den äußeren Steinmantel der Erde gewählte Bezeichnung Sal in Sial umzuändern; er hat hierin bereits Nachahmer gefunden. Sal soll zu Mißdeutungen Veranlassung geben können. Wer Suess nicht gelesen hat, wird das Wort vielleicht mißverstehen, obwohl ein gut Stück Gedankenlosigkeit dazugehört, Sal, den Gegensatz zu Sima, im Sinne von Salz zu gebrauchen. Aber wenn auch eine solche Begriffsverwechslung vorkommt — man kann ja auch hie und da von „salinarer" statt von „salischer" Kruste lesen —, so ist das wirklich nicht schlimm. Aber Sial? Nein, das ist unappetitlich. Das bedeutet „Speichel" (σίαλον) oder „Mastschwein" (σίαλος). Darum: lieber nicht Sial. Der Altmeister Suess hatte einen feinen Sinn für die Prägung neuer Begriffe, neuer Worte. Bleiben wir ihm treu, das ist besser.

J. F. Pompeckj.

Besprechungen.

W. Lindgren: Mineral Deposits. II. Edition. New York. 1919. 957 p. 283 Fig.

Die erste Auflage dieses Werkes erschien 1913 und wurde in dies. Centralbl. 1914. p. 576 kurz von E. H. Kraus besprochen, der aber als Amerikaner die Eigenart der Lindgren'schen Behandlungsweise im Vergleich zu unseren deutschen Lagerstättenwerken naturgemäß nicht so betont hat, wie es zur Empfehlung eines so grundlegenden Werkes außerhalb Amerikas nötig gewesen wäre. Es möge deshalb die zweite Auflage etwas ausführlicher besprochen werden, besonders da neuerdings in deutschen Arbeiten ähnliche genetisch-klassifizierende Gesichtspunkte maßgebend werden, wie sie Lindgren anwendet (so von J. Königsberger, oder in Niggli's Preisschr. d. Fürstl. Jabl. Ges. 1920 u. Lehrb. d. Min. 1920 u. in dem Habil.-Vortr. d. Ref. „Senckenbergiana" 1919). Auch ist die neue Auflage der ersten gegenüber um mehr als 100 Seiten vermehrt, völlig neu durchgesehen, mehrere Abschnitte sind neu zugefügt und überall sonst wurde die neueste in Amerika zugängliche Literatur berücksichtigt. — Kap. 1 (p. 1—22) handelt von der allgemeinen Zusammensetzung der Erdrinde, insbesondere dem Gehalt der verschiedenen Gesteine an Schwermetallen. Wirtschaftliche, Maß- und Umrechnungstabellen sind ebenfalls hier untergebracht. Kap. 2 (p. 22—29) bringt in kurzen Zügen die Prozesse und Reaktionen, durch die sich Mineralien und Erze bilden können, sowie einen Überblick über kristallisierte und kolloidale Mineral-

stoffe. Kap. 3—6 behandeln sehr ausführlich Grundwasser und Mineralquellen in ihrer Beziehung zur Bildung und Umbildung von Minerallagerstätten, ein Thema, das in deutschen älteren Lagerstätten- und chemisch-geologischen Darstellungen ebenfalls stets eine große Rolle spielte, das aber in den neueren Werken immer mehr vernachlässigt wird. Auf p. 29—42 werden die Bewegungen des Grundwassers besprochen, auf p. 42—66 die Zusammensetzung der Grundwässer mit zahlreichen Beispielen, besonders aus tieferen Minen. Wichtige Gegenstände behandeln die beiden nächsten Kapitel: Die chemische Tätigkeit der Untergrundwässer (p. 66—86) und die Herkunft der Grundwässer und ihrer gelösten Substanzen (p. 86—99). Bei der Darstellung der chemischen Tätigkeit wird an Hand der relativen Stabilitäten von Mineralien und Gesteinen in verschiedenartiger Umgebung eine Zoneneinteilung der obersten Erdkruste begründet und es werden die in jeder Zone wirksamen Reaktionen genauer angeführt. Ref. scheint es, als ob dieses Kapitel etwas logischer und konsequenter aufgebaut und geschlossener dargestellt werden müßte. Es ist hier, wo es doch auf die genaue Darlegung der mineralbildenden Vorgänge ankommt, nicht scharf genug geschieden zwischen erstmaliger Herkunft der Mineralkomponenten und späteren Konzentrationsprozessen. Des weiteren enthält dieses Kapitel noch eine Zusammenstellung von Untergrund- und Bohrloch-Temperaturen. Ein ausgezeichnetes Kapitel ist das über die Herkunft der Grundwässer und der in ihnen gelösten Substanzen. Gegenüber manchen extremen Auffassungen über „juvenil oder vados“ wirkt die abgeklärte vermittelnde Stellungnahme des Verf.'s sehr wohltuend.
An diese spezielleren Grundwasserkapitel schließt sich dann noch eines an über die Quellenabsätze an der Erdoberfläche (p. 99—109), das Ref. lieber an eine spätere Stelle, als erstes spezielles Kapitel unmittelbar nach der Klassifikation stellen würde. Sehr klar und überzeugend ist die kurze Zusammenfassung über die nachgewiesenen Zusammenhänge zwischen Mineralquellen und Minerallagerstätten (Kap. 8, p. 109—114). Kap. 9 (p. 115—136) behandelt die tektonischen Grundbegriffe, Kap. 10 (p. 137—146) die Poren, Hohlräume und Spalten in Gesteinen, Kap. 11 (p. 147—160) die Form und Struktur der Minerallagerstätten, und endlich Kap. 12 (p. 161—181) die Texturen der einzelnen Gesteine und Mineralaggregate, welche als Minerallagerstätten eine Rolle spielen. Sehr schön ist der Abschnitt über Verdrängungstexturen, in dem auch schon die neueren Ergebnisse der chalkographischen Methodik in bezug auf gegenseitige Verdrängung von Sulfiden verwandt werden. Bei den Gangtexturen hat Ref. Hinweise auf das prächtige Bornhardt'sche Werk über die Siegerländer Gänge vermißt. Den Schluß des allgemeinen Teils macht endlich ein Kapitel über „Erzfälle“ (p. 182—194). Mit

Klassifikation der Mineral-Lagerstätten von W. Lindgren.

Lagerstätten	Temp. bei der Bildung	Druck
I. Gebildet durch mechanische Konzentrationsvorgänge	gering	gering
II. Gebildet durch chemische Konzentrationsvorgänge	variieren in weiten Grenzen	
A. Innerhalb von Oberflächengewässern		
1. durch Wechselwirkung von Lösungen	0—70°	gering—hoch
a) auf anorganischem Wege		
b) durch Vermittlung von Organismen		
2. durch Verdampfung des Lösungsmittels		
B. Innerhalb des festen Gesteins		
1. durch Konzentration von Substanzen, welche im Gestein selbst enthalten waren		
a) Konzentration infolge Zersetzung und Rückstandsverwitterung an und nahe der Oberfläche	0—100°	gering
b) Konzentration durch tiefer zirkulierendes Grundwasser	0—100°	gering
c) Konzentration durch Dynamo- und Regionalmetamorphose	bis 400°	hoch
d) Zeolithisierung von Oberflächenlaven	50—300°	gering
2. Konzentration infolge von Stoffzufuhr		
a) unabhängig von eruptiver Tätigkeit durch zirkulierendes atmosphär. Wasser nahe der Oberfläche oder in geringer Tiefe	bis 100°	gering
b) im Gefolge eruptiver Tätigkeit		
α) durch aufsteigende heiße Wässer unbekannter Herkunft, aber beladen mit eruptiven Emanationen		
1. Absatz und Konzentration in geringer Tiefe	50—150°	gering
2. Absatz und Konzentration in mittlerer Tiefe	150—300°	hoch
3. Absatz und Konzentration in großer Tiefe	300—500°	sehr hoch
β) durch direkte eruptive Emanationen		
1. aus Intrusivkörpern: Kontaktlagerstätten und ähnliche gangförmige Lagerstätten	300—800°	sehr hoch
2. aus Effusivgesteinen: Sublimate, Fumarolen	100—400°	1 At.-gering
C. Durch Differentiationsprozesse in Magmen		
a) magmatische Lagerstätten im engeren Sinn	700—1500°	sehr hoch
b) Pegmatite	± 575°	sehr hoch

der Darlegung der vorgeschlagenen Klassifikation in Kap. 14 (p. 195—206) beginnt der spezielle Teil. Die Klassifikation ist dieselbe wie in der ersten Auflage. Sie ist von allen bis jetzt vorgeschlagenen genetischen Lagerstätten-Klassifikationen eine der besten und logischsten, weil sie sich nicht auf Erze oder sonstige nutzbare Stoffe allein beschränkt, sondern alle Lagerstätten zu erfassen sucht, und dann, weil als Gliederungsprinzipien die mineralbildenden Vorgänge in logischer, auf der Tiefenstufe und den hier jeweils wirkenden Drucken und Temperaturen beruhender Weise angewandt werden. Es ist somit endgültig hier gebrochen mit dem systematischen Prinzip der Form der Lagerstätte, das noch in den neueren deutschen Lagerstätten-Lehrbüchern bewußt oder unbewußt die rein genetische Systematik verschleiert hat. Wegen dieser Vorzüge sei die Klassifikation hier angeführt, und damit zugleich ein Überblick gegeben über die Minerallagerstätten-Gruppen, welche im speziellen Teil auf p. 207—828 eingehend und an Hand vieler Beispiele behandelt werden. (Vgl. hierzu die Bemerkungen des Ref. und den etwas modifizierten Vorschlag der genetischen Systematik der lagerstättenbildenden Vorgänge in „Senckenbergiana" 1919. 1. 194—212 und Referat im N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. I. -143-.)

In den folgenden Kapiteln 15—29 werden nun die größeren Gruppen der vorstehenden Klassifikation genauer behandelt, zunächst in allgemein-zusammenfassender Form, sodann mit Hilfe vieler gut bekannter Einzellagerstätten. Es finden Platz nicht nur Erze, sondern z. B. auch Salze, Graphit, Korund, Asbest, Schwerspat, Kaolin, sowie viele andere Mineralien, die zu den nichtnutzbaren gehören. Kap. 30 behandelt dann die Metamorphosierung von Lagerstätten (p. 822—828) und Kap. 31 die Oxydation und Zementation von Sulfidlagerstätten (p. 829—908). Letzteres Kapitel ist entsprechend den grundlegenden Arbeiten, besonders experimenteller Natur, die während des Krieges darüber in Amerika erschienen sind, völlig umgearbeitet und lehnt sich an die zusammenfassende Darstellung von W. H. Emmons (Ref. dies. CBl. 1922. p. 95) an. In einem letzten Kapitel endlich werden auf p. 909—929 die metallogenetischen Epochen neu besprochen in ihrer regionalen und zeitlichen Verteilung, besonders eingehend natürlich in Amerika, aber auch die europäischen Verhältnisse werden kurz gestreift, meist an Hand älterer Zusammenstellungen von L. de Launay. — Ein 30 Seiten umfassendes Register beschließt das Werk. Wenn eine Hilfsaktion zur Beschaffung erschwinglicher amerikanischer Literatur zur Wahrheit wird, dann muß von mineralogischen Werken in erster Linie Lindgren's Mineral Deposits auf die Liste der Bücher gesetzt werden, die unbedingt gekannt und studiert sein müssen.

H. Schneiderhöhn.

W. H. Emmons: The principles of economic geology. New York. 1918. 606 p. 210 Fig.

Während das soeben besprochene Werk von Lindgren mehr den Charakter eines ausführlichen und kritischen Handbuchs der Mineral-lagerstätten überhaupt hat, liegt in dem Buch von Emmons ein kürzeres und prägnanteres Lehrbuch der nutzbaren Lagerstätten vor (Erze und nicht metallische mineralische Rohstoffe, außer Kohlen), das für den Studenten bestimmt ist. Die Tendenz und Klassifikation ist dieselbe wie bei Lindgren. Nur geht Verf. umgekehrt vor und fängt [was didaktisch und entwicklungsgeschichtlich richtiger zu sein scheint. Ref.] mit dem Magma an. Es werden nacheinander besprochen: Magmatische Lagerstätten (p. 9—17), Pegmatite (p. 18—28), Kontaktmetamorphe Lagerstätten (p. 29—48); Lagerstätten der tiefen Gangzone (p. 49—61), Lagerstätten in mittleren Tiefen durch heiße aufsteigende Lösungen gebildet (p. 62—68), Lagerstätten in geringen Tiefen durch aufsteigende hydrothermale Lösungen gebildet (p. 69—73), Lagerstätten in geringen Tiefen durch absteigende kalte Meteorwässer gebildet (p. 74—83), Sedimentäre Lagerstätten (p. 84—92), Primäre Erzfälle (p. 93—99), Faltung und tektonische Deformationen von Lagerstätten (p. 100—113), Dynamometamorphose von Lagerstätten (p. 114—123), Oberflächliche Umbildungen, Oxydation und Anreicherung in Erzlagerstätten (p. 124—169), Poren und Spalten in Gesteinen (p. 170—183), Strukturen und Texturen, besonders der epigenetischen Lagerstätten (p. 184—217), Metasomatische Prozesse (p. 218—229), Mineralparagenesen in Gängen und Nebengesteinsumwandlungen (p. 230—268), Metallprovinzen und Metallepochen (p. 269—270), Zusammensetzung und Herkunft der aufsteigenden hydrothermalen metallhaltigen Lösungen (p. 271—289). Soweit der allgemeine Teil, der, wie schon aus der kurzen Kapitelübersicht hervorgeht, einen reichen Inhalt bringt, mit viel Literaturzitaten versehen ist, und dessen einzelne Kapitel durch ihre präzise, übersichtliche und doch nicht zu knappe Form besonders als Anfängerlektüre geeignet sind. In dem darauffolgenden speziellen Teil werden die wichtigsten amerikanischen Lagerstätten, zunächst der Metalle Fe, Cu, Au, Ag, Zn, Pb, Hg, Al, Cr, Mn, Ni, Co, Pt, Sb, As, Bi, Sn, Wo, Ur, Ra, Vd, Cd, Mo, Se, Te, Ti und Ta besprochen, sodann folgen von nichtmetallischen mineralischen Rohstoffen: Bausteine, Schiefer, Ton, Walkererde, Feldspat, Glimmer, Li-Mineralien, Zement- u. Kalk-Rohstoffe, Schleifmittel, Infusorienerde, Quarz, Glassand, Edelsteine, Graphit, Schwerspat, Cölestin, Witherit, Flußspat, Kryolith, Mineralfarben, Salze, Schwefel, Gips, Pyrit, Bor-Rohstoffe, Nitrate, mineralische Düngemittel, Magnesium-Rohstoffe, Asbest, Monazit und endlich Wasser. — Die nichtmetallischen Stoffe sind oft etwas zu kurz behandelt worden, indessen sorgen zahlreiche Literaturzitate für weitere Hinweise. — Das Werk dürfte für seinen Zweck beim Unterricht recht brauchbar sein. **H. Schneiderhöhn.**

George P. Merrill: Handbook and descriptive catalogue of the Meteorite collections in the United States National Museum. (Smithsonian Institution. U. S. National Museum. Bull. 94. 206 p. 41 Taf. Washington 1916.)

Dies Werk gibt eine Übersicht über die Meteoritensammlung des U. S. National Museums; sie umfaßte damals 329 Fallorte; dazu kommt die Shepard'sche Sammlung mit 234 Fallorten, von denen 83 in ersterer nicht vertreten sind, so daß die gesamte Sammlung 412 Fallorte enthält.

Zur Einführung wird eine Übersicht gegeben über die Klassifikation, die mineralische und chemische Zusammensetzung, Struktur, Geschichtliches und Fallerscheinungen. Mikrophotographien von Steinen dienen zur Erläuterung ihrer mineralischen Zusammensetzung und des Baues der Chondren; Photographien geätzter Eisen machen mit deren Gefüge bekannt.

Bei der Beschreibung der einzelnen nach dem Alphabet geordneten Meteoriten wird bei vielen deren chemische Zusammensetzung angegeben und durch ausgezeichnete Photographien ihre Struktur erläutert; dazu die wichtigste Literatur. In einem Anhang werden die Moldavite und Billitonite besprochen, ihrer äußeren Gestalt ist eine besondere Tafel gewidmet.

Bei der Klassifikation schließt sich Verf. an die von Brezina gegebene an; die von Berwerth eingeführten Untergruppen der Metabolite werden nicht berücksichtigt. Bei der Zuweisung zu einer bestimmten Gruppe sind die neueren Befunde nicht immer beachtet, z. B. wird Mount Joy noch zu Hb gestellt, während es als grobster Kamacit-Oktaedrit erkannt ist. Über manche erfährt man hier mehr, als bisher bei uns bekannt war, z. B. über das Perryville Eisen Off., das nach der Photographie metabolitisch zu sein scheint; gefunden August 1906 bei Perryville, Perry Co., Miss., 17,4 kg schwer.

Das Werk kann in seiner Ausführung geradezu als mustergültig bezeichnet werden; es ist um so wertvoller, als es das neueste dieser Art ist und in seiner glänzenden Ausstattung nicht so bald von einem andern erreicht werden dürfte. **R. Brauns.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Beiträge zur Kenntnis der optischen Daten der Albite.

Von Dr. **Miklós Vendl** in Budapest.

Mit 1 Textfigur.

In den folgenden Zeilen möchte ich unsere Kenntnisse über die optischen Eigenschaften der Albite erweitern durch die Bestimmung der optischen Konstanten von zwei gut definierten Albiten.

1. Albit von Sajóháza.

Der untersuchte Albit stammt von Sajóháza aus dem Komitat Gömör in Ungarn, wo derselbe in Sideritgängen in der Gesellschaft von Quarz, Eisenkies, Zinkblende und Skorodit (?) vorkommt[1]. Die außerordentlich schönen Kristalle sind oft wasserklar und erreichen zuweilen eine Größe bis zu 1 cm, deshalb bieten sie für optische Untersuchungen ein sehr geeignetes Material. G. Melczer hat schon diese Albite vom kristallographischen Gesichtspunkte aus verarbeitet[2], ihre chemische Analyse stammt aber von Prof. B. Mauritz[3], der die Analyse an demselben Material ausgeführt hat, aus welchem G. Melczer die kristallgeometrischen Konstanten feststellte. Ich muß meinen besten Dank dem Herrn Prof. B. Mauritz und dem Herrn Museumsdirektor K. Zimányi ausdrücken dafür, daß sie ihr noch zur Verfügung stehendes Material für meine optischen Untersuchungen freundlichst übergeben haben. Nach der Analyse des Herrn Mauritz ist die Zusammensetzung der Albite die folgende:

SiO_2	68,95
Al_2O_3	19,60
CaO	0,13
Na_2O	11,72
K_2O	0,10
	100,50

[1] G. Melczer, Daten zur genauen Kenntnis des Albit. Supplement zum Földtani Közlöny. 1905. **35**. p. 191.

[2] G. Melczer, Daten zur genaueren Kenntnis des Albit. Zeitschr f. Krist. **40**. 1905. p. 581—587. — N. Jb. 1906. II. -332-.

[3] B. Mauritz, Über einige gesteinsbildende Mineralien aus Ungarn. Supplement zum Földtani Közlöny. **40**. 1910. p. 587—588.

Für das gewöhnliche Albit-Anorthitverhältnis umgerechnet gibt Mauritz die Zusammensetzung als $Ab_{99}An_{0,5}Or_{0,5}$ an. Nach dieser Analyse steht der Albit von Sajóháza sehr nahe dem theoretischen Albit. Nach G. Melczer (l. c. p. 582) stellt dieser Albit den reinen theoretischen Albit-Typus dar, da niemals eine Spur von Ca oder K mit Spektroskop nachweisbar war. (Die Analyse von B. Mauritz ist später durchgeführt worden.)

Optische Untersuchung: Für die Bestimmung der Brechungsquotienten habe ich drei Schliffe gebraucht: zwei Schliffe hatten die Orientierung // M und einer war // mit P. Hier bemerke ich noch, daß die Messungen mit einem Abbe-Pulfrich'schen Totalreflektometer nach der bekannten Viola'schen Differentialmethode ausgeführt wurden. Zum Vergleich diente der Brechungsquotient ω des Quarzes, welcher von J. W. Gifford für Na-Licht als 1,5442558 angegeben ist[1]. Die Ablesungen habe ich natürlich auf der linken und rechten Seite des Fernrohres durchgeführt und nicht nur in der Position nach Drehung des horizontalen Teilkreises um 180°.

Die drei Schliffe haben folgende Mittelwerte gegeben (die Differenz zwischen den Einzelmessungen war allerdings sehr klein):

$$\alpha_{Na} = 1{,}5285\ (4) \qquad \gamma - \alpha = 0{,}0105\ (1)$$
$$\beta_{Na} = 1{,}5326\ (8) \qquad \beta - \alpha = 0{,}0041\ (4)$$
$$\gamma_{Na} = 1{,}5390\ (5) \qquad \gamma - \beta = 0{,}0063\ (7)$$

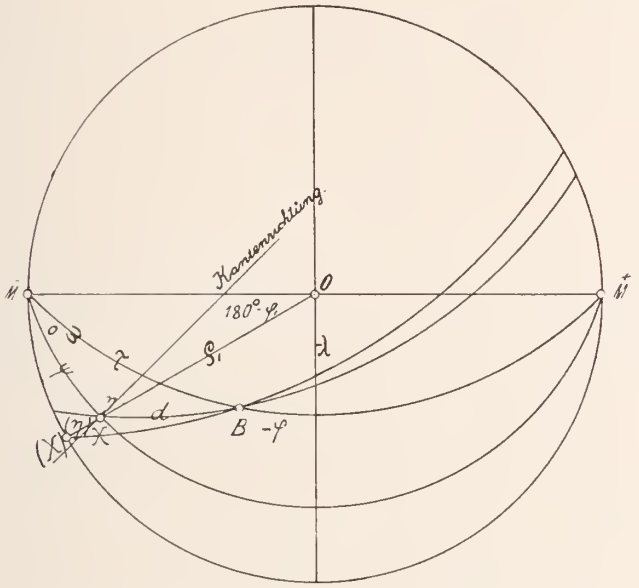
Zur Bestimmung der Position der optischen Achsen habe ich dieselbe mikrokonoskopische Methode verwendet, welche meines Wissens von O. Grosspietsch stammt, der diese Methode in seinem Werke über die Albite von Morro Velho auch beschrieben hat[2]. Diese Methode begründet sich übrigens auf dem wohlbekannten konoskopischen Verfahren von Prof. Becke.

Grosspietsch teilt den Gang der Rechnung — um die optischen Achsen feststellen zu können — nur für den Fall mit, wenn das Präparat an irgend einer Fläche der Prismenzone liegt, wenn also $\varrho = 90^0$ ist (die Prismenzone steht äquatorial). Obgleich er auch solche Schliffe verwendet, welche für ϱ nicht gleich 90° haben, gibt er für diese die notwendige mathematische Korrektion doch nicht an; deswegen halte ich als notwendig, den etwaigen Gang der Rechnung für solche allgemeinen Fälle kurz mitzuteilen. Es sei $\overset{+}{M}$ (siehe Figur) die Fläche (010) mit einem $\varphi = 0^0$ Oral- und mit einem $\varrho = 90^0$ Polarwinkel gegeben. X bedeutet eine künstliche, auf den Kristall angeschliffene Fläche. Es seien ferner φ_1 und ϱ_1 die Koordinaten von X. B zeigt die eine optische Achse. Im Besitz dieser Daten kann man die Position der optischen Achsen

[1] P. Groth, Chemische Kristallographie. I. p. 88.

[2] O. Grosspietsch, Kristallform und optische Orientierung des Albit von Morro Velho und Grönland. T. M. P. M. 27. p. 361—363.

zur Kante der Flächen M und X, resp. zum Zonenkreise über M und X leicht feststellen. Grosspietsch schreibt, wie es geschieht; nämlich man mißt den Bogen X B (= d) und den Winkel M X B (= γ). Wenn die Fläche X auf dem Grundkreise liegt, bezeichnen wir dann sie mit (X), so ist es klar, daß $180^0 - \varphi_1$ von (X) gleich mit dem Bogen M (X) ist und dann wird der Bogen M B (aus dem sphärischen Dreieck M (X) B berechnet) die gewöhnliche φ von Achse B zu 90^0 ergänzen und λ wird $90^0 - (X)\,M\,B \sphericalangle$ gleich. Nehmen wir aber den Fall, als der



Kristall an einer solchen Fläche liegt, deren ϱ abweichend von 90^0 ist. In solchem Falle ist die Rechnung ein wenig umständlicher, aber doch sehr einfach. Der Bogen $180^0 - \varphi_1$ der Fläche X ist jetzt nicht gleich mit dem Bogen M X (= ψ), das müssen wir vorerst etwa aus dem sphärischen Dreieck M X O (gegeben ein Winkel und die anliegenden Seiten) berechnen und dann kann aus dem Dreieck M X B der Bogen M B (= ε) berechnet werden. $90^0 - M\,B$ gibt uns φ an für die Achse B. Die Korrektion von λ kann etwa folgenderweise durchgeführt werden: Aus dem sphärischen Dreieck M O X wird der Winkel X M O (= ω), aus dem Dreieck B M X der Winkel B M X (= O) berechnet und die Differenz der zwei Winkel gibt den Wert von λ, wie die Figur zeigt.

Die Grosspietsch'sche Methode ist für die Bestimmung der Achsenpositionen wegen ihrer Einfachheit sehr brauchbar, und

wenn man außer den oben erwähnten mathematischen Korrektionen dafür Sorge trägt, daß die Mallard'sche Konstante gut ermittelt sei, ferner daß das Mikroskop und das Schraubenmikrometerokular immer genau zentriert sei, daß die Tubushöhe sich nicht verändert (aus der Veränderung können sehr empfindliche Fehler entstammen), daß auch die Nullstellung des Okularfadenkreuzes möglichst genau bei jeder Messung für sich bestimmt sei und endlich daß die Mittelwerte möglichst vieler Ablesungen für den Grund der Berechnung dienen, so erreicht man Werte, welche der Wahrheit sehr nahekommen. Ich habe mit den Mittelwerten von 20 Ablesungen gerechnet.

Zu den Messungen diente mir ein großes Fuess'sches Mikroskop. Die Ergebnisse der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt worden.

Achse	Orientierung des Schliffes φ_1	ϱ_1	ν_i	d	ψ	ι	ω	ρ
A	+ 35°23′	— 86°27′	106°12′	13°19′	35°32′	41°1′	83°53′	19°41′
B	— 28°35′	+ 90°	147°36′	15°50′	28°35′	42°43′	90°	12°27′
	— 27°8′	+ 89°18′	145°14′	17°47′	27°8′	42°52′	91°32′	14°50′

φ_1 = Azimut in der Prismenzone von (010) aus (im Uhrzeigersinne +, sonst —).
ϱ_1 = Poldistanz (in der oberen Hemisphäre +, in der unteren —).

Aus diesen Daten können sich folgende Achsenpositionen berechnen:

Achse	Orientierung des Schliffes φ_1	ϱ_1	Koordinaten der optischen Achsen φ	λ	Achsenposition φ	λ
A	+ 35°23′	— 86°27′	— 48°59′	+ 64°12′	— 49°	+ 64.2°
B	— 28°35′	+ 90°	— 47°17′	— 77°33′	— 47,2°	— 77,1°
	— 27°8′	+ 89°18′	— 47°8′	— 76°42′		

Die Mittellinien werden die folgenden Koordinaten haben:

	φ	λ
α:	— 0.9° (— 0° 56′)	+ 83.9° (+ 83° 53′)
γ:	— 73,4° (— 73° 26′)	9,3° (— 9° 20′)

Zur Kontrolle der Achsenpositionen habe ich die Auslöschungsschiefen auf den Flächen P und M berechnet. Ich kann den Vergleich der observierten Werte mit den berechneten weiter unten

geben. Ich halte es notwendig hervorzuheben, daß ich mich solcher Dünnschliffe bediente, wo die Fläche P oder M unverändert auf dem Objektträger geklebt war. Bei den Schliffen nach P sind nur solche Albitdoppelzwillinge verwendet worden, deren kleineres Individuum fast bis zur Zwillingstrace abgeschliffen wurde, so daß das unverändert gebliebene größere Individuum ganz auf der P-Fläche liegen konnte. Alle Auslöschungen sind mit Bertrand'schem Stauroskope gemessen worden.

P			M		
Einzelbeobacht.	Mittelwerte	Berechnet	Einzelbeobacht.	Mittelwerte	Berechnet
3°29′			20°37′		
3 18			20 33		
3 35	3°27′	3°14′	19 56	19°52′	20°8′
3 26			19 35		
—			18 37		

Es ist sehr auffallend, daß, während die Auslöschungen auf der Fläche P kaum schwanken, auf der Fläche M größere Differenzen vorkommen. Die Ursache dessen liegt einerseits in der Tatsache, daß die Fläche M selten vollständig genau an ihrer Stelle liegt (etwas verschoben), anderseits aber, daß sie wegen ihrer Facettierung nicht genau // liegt mit dem Objektträger.

Zum Schlusse stehen noch hier zwei Daten über die Achsenwinkel:

$2V = 78°\ 7'$ (aus den Achsenpositionen berechnet).

$2V = 78°\ —'$ (aus den gemessenen Brechungsquotienten berechnet).

Es waren bei der Berechnung der Auslöschungsschiefen die Kenntnisse einiger Winkelwerte notwendig (um φ und λ von P feststellen zu können) und als solche dienten mir diejenigen Daten, welche in Melczer's zitierter Arbeit als die „beste Messungen" bezeichnet sind.

2. Albit von Beaume (aus der Gegend Oulx, Piemont).

Die untersuchten Albite stammen aus der Sammlung des Herrn Prof. Luigi Colomba, welcher die Liebenswürdigkeit hatte, auf meine Bitte für meine optischen Untersuchungen mehrere Kriställchen zu überlassen. Dafür spreche ich ihm meinen innigsten Dank auch hier aus. Er hat schon diese Albite kristallographisch untersucht und wurde auch die chemische Analyse von ihm durchgeführt. Die Vorkommen-Verhältnisse dieser Albite hat schon Prof. Colomba ausführlich beschrieben[1]; hier will ich nur das

[1] L. Colomba, Osservazioni mineralogiche e litologiche sull' alta Valle della Dora Riparia (Rocce e minerali della Beaume, Oulx). Estratto dalla Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana. Vol. XXXVIII.

wiederholen, daß sie aus Kontakt-Kalksteinen und aus Feldspatäderchen in diesem stammen und in der Gesellschaft derselben auch noch Glaukophan, Ilmenit, Hämatit, Rutil, Anatas, Quarz, Pyrit, Baryt, Calcit, Dolomit, Rhodochrosit und Chlorit vorkommen.

Das Material, obgleich die Kristalle sehr klein sind, bietet wegen seiner Durchsichtigkeit ein sehr anwendbares Objekt für optische Untersuchungen.

Prof. Colomba veröffentlicht folgende Analyse über diese Albite:

	Albit aus den Feldspatäderchen			Albit aus dem modifizierten Kalkstein		
	1.	2.	Mittel	1.	2.	Mittel
SiO_2	67,96	—	67,96	67,38	—	67,38
Al_2O_3	20,78	20,47	20,62	20,84	20,35	20,50
CaO	0,35	0,44	0,40	0,51	0,39	0,45
Na_2O (mit Sp. von K_2O)	—	10,95	10,95	—	11,21	11,21
			99,93			99,63

	Mittelwert der Analysen	Molekularproportionen		
SiO_2	67,67	1,126	5,95	6
Al_2O_3	20,60	0,200	1,06	1
CaO	0,42	0,008	1	1
Na_2O (mit Sp. von K_2O)	11,08	0,180		
	99,77			

Nach den mitgeteilten Molekularproportionen können wir die Zusammensetzung dieses Albits als $Ab_{97,8}\ An_{2,2}$ annehmen.

Zur Bestimmung der Brechungsquotienten konnte ich nur zwei Schliffe anwenden (denn nur zwei Kriställchen in geeigneter Größe und Reinheit standen mir zur Verfügung). Jedes Kriställchen war der Fläche M // geschliffen. Welcher von den zwei Werten von β (β', β'') der richtige ist, kann in solchen Fällen aus den Polarisationsverhältnissen der Grenzkurven entschieden werden. Da aber die Fresnel'sche Ellipsoide der Albite so genau bekannt sind, daß ein Irrtum darüber kaum vorkommen kann, so muß man nicht unbedingt die Polarisationsverhältnisse derselben beobachten und speziell nicht in diesem Falle, da ich die hier beobachteten Grenzkurven mit den Grenzkurven auf der Fläche M des Albits von Sajóháza vergleichen konnte. Die Brechungsquotienten sind die folgenden:

$$\alpha_{Na} = 1{,}5285 \qquad \gamma - \alpha = 0{,}0106$$
$$\beta_{Na} = 1{,}5329 \qquad \gamma - \beta = 0{,}0062$$
$$\gamma_{Na} = 1{,}5391 \qquad \beta - \alpha = 0{,}0044$$

Um die Position der optischen Achsen zu messen, konnte ich nur zwei Schliffe verwenden. Die Ergebnisse der Messungen faßt die folgende Tabelle zusammen:

Achse	Orientierung des Schliffes φ_1	ϱ_1	η	d	ψ	τ	ω	ρ
A	+ 43° 13′	— 79° 37′	62° 59′	7° 47′	44° 12′	41° 8′	75° 2′	10° 34′
B	— 49° 1′	— 87° 56′	39° 35′	10° 10′	49° 3′	41° 36′	87° 16′	9° 45′

Die Achsenpositionen und die Mittellinien sind die folgenden:

	φ	λ
A:	— 48,9° (— 48° 52′)	+ 64,5° (+ 64° 28′)
B:	— 48,4° (— 48° 24′)	— 77,5° (— 77° 31′)
α:	— 0,3° (— 0° 15′)	+ 83,6° (+ 83° 34′)
γ:	— 74° (— 74° 1′)	— 7,5° (— 7° 27′)

Zur Kontrolle gebe ich an die Auslöschungsschiefen auf M und P aus der Position der Achsen berechnet und die gemessenen Auslöschungsschiefen, ferner den Achsenwinkel aus den Brechungsquotienten berechnet und den Achsenwinkel nach der konoskopischen Methode.

	Beobachtet[1]	Berechnet
Auslöschungsschiefe auf P . . .	3,7°	3,8°
„ „ M . . .	19,3°	20,1°

$2V = 77° 20'$ (aus den Achsenpositionen berechnet).
$2V = 80° 0{,}5'$ (aus den gemessenen Brechungsquotienten berechnet).

Bei der Bestimmung der Auslöschungsschiefen benützte ich die „Mittelwerte" aus der oben zitierten Arbeit von Prof. L. Colomba.

Wenn wir die folgende Tabelle überblicken, welche die Daten der verschiedenen Autoren über die optische Orientation der bekanntesten Albite enthält, so fällt uns die gute Übereinstimmung der konoskopischen Messungen sofort auf (siehe die Daten von Becke, Grosspietsch und die meinigen). Die für den Albit Amelia Co. II. angenommene Zusammensetzung von $Ab_{95}An_5$ scheint etwas hoch zu sein, wie dies schon durch Prof. Becke erwähnt wurde[2] auf Grund der Messungen von O. Grosspietsch.

Was die Auslöschungen anbelangt, müssen wir zuerst die Tatsache feststellen, daß sie speziell bei den Albiten mit minutiöser Genauigkeit nicht festgestellt werden können. Als genauere Werte

[1] Die Mittelwerte der Auslöschungen sind hier nicht so genau als bei dem Albit von Sajóháza, weil das zur Bestimmung der Auslöschungen benützte Restmaterial nicht so tadellos war als das Material von Sajóháza.

[2] F. Becke, Über den Zusammenhang der physikalischen, besonders der optischen Eigenschaften mit der chemischen Zusammensetzung der Silikate. Doelter, Handbuch der Mineralchemie. II. 1. Hälfte. p. 11.

Fundort	Achsenposition A		Achsenposition B		Autor
	φ	λ	φ	λ	
1. Grönland . . .	— 49,1°	+ 64,2°	47,8°	— 76,5°	O. Grosspietsch
2. Morro Velho . .	— 48,1	+ 64,3	— 47,9	— 77,8	„
3. Amelia Co. II. .	— 49,5	+ 64,75	— 47,9	— 78,8	F. Becke
4. Sajóháza . . .	— 49	+ 64,2	— 47,2	— 77,1	M. Vendl
5. Beaume	— 48,9	+ 64,5	— 48,4	— 77,5	„
6. Modane	— 47,5	+ 65	— 49	— 76	A. Michel-Lévy
7. ?	— 47	+ 65	— 48	— 77	E. v. Fedorow
8. Carrara	— 58	+ 62	— 41,5	— 87,5	C. Viola
9. Lakous	— 43	+ 77	— 47,5	— 78	„
10. Amelia Co. I. .	— 41,5	+ 59.5	— 47	— 60	„
11. Wallhornthörl .	— 45,5	+ 57,5	— 52	— 80.5	„
12. Kramkogl . . .	— 40	+ 64	— 47	— 81	„

1. T. M. P. M. **27**. p. 373.
2. „ „ „ „ **27**. p. 363.
3. „ „ „ „ **19**. p. 328.
4. —
5.
6. Étude sur la détermination des feldspaths. 1894.
7. Zeitschr. f. Krist. **22**. p. 257. Fig. 16.
8. „ „ „ **32**. p. 116. Fig.
9. „ „ „ **30**. Taf. VII.
10. „ „ „ **32**. p. 322.
11. „ „ „ **32**. p. 327.
12. „ „ „ **32**. p. 331.

kann man die Auslöschungsschiefe auf der Fläche P annehmen, obgleich man auch hier wegen der Verschiebung der Albittrace oder wegen der schlechteren Entwicklung der Spaltung nach M mit Fehlern rechnen muß. Wenn man aber die exaktesten Auslöschungsdaten der Literatur summiert und auch mit meinen Daten vergleicht (siehe die Tabelle), so kann man folgende Ergebnisse erkennen resp. bestätigen: 1. Auf der Fläche M kommt die von

Fundort	P	M	Autor
1. Grönland . . .	3,6°	20,3°	O. Grosspietsch
2. Morro Velho . .	3,9	19,9	„
3. Amelia Co. II. .	4	20	F. Becke
4. Sajóháza . . .	3,5	19.9	M. Vendl
5. Beaume	3.7	19,3	„
6. Modane	3—4	18° 34′—20° 46′	A. Michel-Lévy
9. Lakous	3° 34′	19°	C. Viola
10. Amelia Co. I. .	3° 20′	18° 43′	„

Becke angegebene Auslöschungsschiefe von 20° der Wahrheit sehr nahe. 2. Die Auslöschungsschiefe auf der Fläche P wird von mehreren Autoren als größer angegeben, als sie in Wahrheit ist. Maximal dürfen wir die letzte Auslöschung als 4° annehmen (Becke), aber ich halte es für wahrscheinlich, was allerdings auch schon O. Grosspietsch bemerkt, daß diese Auslöschungsschiefe auf der Fläche P etwas kleiner wäre, nach meiner Ansicht nur 3,6—3,7°.

Aus dem min. u. petr. Institut der k. ung. Universität in Budapest.

Ein Belegstück zur Elastizitätstheorie der Faltung.

Von **E. Hungerer** in Freiburg i. B.

Mit 2 Textfiguren.

Um das theoretische Problem der Bildung von Faltengebirgen mit Hilfe der Elastizitätstheorie in Angriff zu nehmen, habe ich auf Veranlassung von Herrn Prof. J. Koenigsberger zunächst experimentelle Untersuchungen über die Form gefalteter elastischer Platten angestellt. Die ersten Versuche wurden mit Kautschuk gemacht, weil dieses Material bei geringen Drucken große Verschiebungen zeigt und beinahe frei ist von elastischer Nachwirkung und von Plastizität. Elastische Nachwirkung nennt man die Erscheinung, daß die endgültige Form sich erst in einer gewissen Zeit nach Eintreten oder Aufhören der Spannungen einstellt. Plastizität oder elastischen Rückstand besitzt ein Körper, wenn er sich zwischen der Grenze der vollkommenen Elastizität und der Festigkeitsgrenze befindet; er kann dann durch geringe Spannungen, die genügend lange auf ihn einwirken, beliebig weit deformiert werden. Die erreichte Deformation geht nach Aufhören der Spannung nicht zurück. Dem Wesen nach dieselben Ergebnisse wie mit Kautschuk erhält man auch mit anderen rein elastischen Körpern, z. B. Stahl.

Zu den Versuchen wurden ursprünglich prismatische Kautschukplatten seitlichem Druck unterworfen. Ich nenne im folgenden die größte Dimension des Prismas (Platte), und zwar in Richtung der längsten Kante ihre Länge, der kleinsten Kante ihre Dicke, der mittleren ihre Breite (vgl. Fig. 1). Diejenigen rechteckigen Seitenflächen, die als Kanten die Länge und Breite haben, nenne ich in Anlehnung an geologische Begriffe Schichtflächen, diejenigen, welche die Breite und Dicke enthalten, Stirnflächen. Eine gerade Linie durch den Mittelpunkt (Schwerpunkt) des ursprünglichen Prismas parallel zu seiner Länge heiße Mittellinie, eine gerade Linie durch den Mittelpunkt parallel zur Breite Querlinie. Die durch Mittellinie und Querlinie gebildete Ebene heiße Mittelebene.

Wenn auf die Stirnflächen eines nicht gebogenen Prismas in Richtung der Mittellinie Drucke ausgeübt werden, ergibt sich in Übereinstimmung mit der Theorie keine Aufbiegung der Platte, sondern eine Vergrößerung von Breite und Dicke bei gleichzeitiger Verkürzung der Länge. Dies ist aber nur der Fall, wenn die Platte vollständig homogen ist und ihre Begrenzungsflächen eben sind. Bei schwacher Inhomogenität oder ursprünglicher, wenn auch nur geringer Durchbiegung der Mittelebene bewirkt aber der Druck auf die Stirnflächen die Biegung der Platte zu einer doppelt

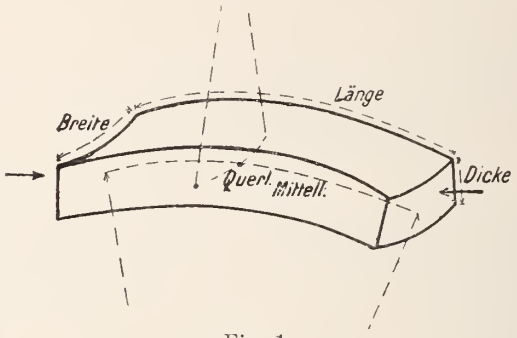


Fig. 1.

gekrümmten Form, die an einen Reitsattel erinnert. Die theoretische Berechnung gibt nur die erste Näherung dieser Form. Danach wäre das Verhältnis der beiden Krümmungen (von Mittellinie und Querlinie) konstant. Mittellinie und Querlinie werden dabei angenähert zu Kreisbögen gekrümmt, deren Ebenen aufeinander senkrecht stehen und deren Mittelpunkte zu entgegengesetzten Seiten der Mittelebene liegen [1].

Das Experiment ergibt aber, daß das Verhältnis der beiden Hauptkrümmungen (Krümmungen der Mittel- und der Querlinie) nicht genau konstant ist, sondern vom Verhältnis von Breite zu

[1] Die Ebene des Kreisbogens der Mittellinie (Radius ϱ_h) ist parallel zu der im spannungsfreien Zustand ebenen Seitenfläche der Platte, die durch Länge und Dicke gebildet wird. Die Ebene des Kreisbogens der Querlinie (Radius ϱ_a) ist der ursprünglichen Stirnfläche parallel; diejenigen geraden Linien, die im spannungsfreien Zustand der Querlinie parallel sind, werden ebenfalls Kreisbögen. Die Ebenen, in denen diese Kreisbögen liegen, gehen alle durch eine Gerade, die parallel zur Querlinie durch den Kreismittelpunkt der gebogenen Mittellinie gelegt wird. Das bedeutet, daß die zu den Stirnflächen parallelen Querschnitte eben bleiben und daß alle diese ursprünglich parallelen Ebenen nach der Biegung durch die erwähnte Gerade gehen. Ähnliches ist der Fall mit den Geraden, die der Mittellinie parallel sind. Das Ganze sieht einem Reitsattel ähnlich.

Dicke der Platte abhängt[1]. Je größer dieses Verhältnis, desto geringer wird die Krümmung der Querlinie bei gleicher Krümmung der Mittellinie. Bei einem Streifen Papier wird z. B. die Krümmung der Querlinie kaum merkbar sein. Deutlich sichtbar wird sie bei einem schmalen Streifen dicken Kartons.

Auf den Vorgang der Gebirgsfaltung könnten die bisherigen Ergebnisse noch nicht ohne weiteres angewendet werden. Denn die Gebirgsfaltung ist im ganzen kein elastischer, sondern ein plastischer Vorgang, er geht nach Aufhören der Kräfte nicht zurück. Wohl aber sind während kurzer Zeiten die Teilvorgänge elastisch. Man muß sich die ganze Faltung als einen, verglichen mit der Plastizität der Gesteine, lange dauernden Prozeß vorstellen. Im ersten Moment des Eintretens der seitlichen Spannungen verhält sich das Gesteinsmaterial ihnen gegenüber elastisch. Wenn nun die Spannung längere Zeit unverändert anhält, paßt sich das innere Gesteinsgefüge der neuen Form an, d. h. es wird plastisch[2], und wenn der Druck aufhört, nachdem er sehr lange Zeit gewirkt hat, bleibt die Form, die das Gestein während des elastischen Vorganges angenommen hat, erhalten. Wenn aber der Druck nicht aufhört, sondern immer weiter um ein Weniges zunimmt, wird zunächst wieder eine elastische Verschiebung der Gesteinselemente die Folge sein. Nach genügend langer Dauer der Einwirkung wird auch die neue Form eine dauernd spannungslose. So kann man sich die ganze Faltung, bei der die Gesamtdrucke und demzufolge die Gesamtverschiebungen größer sind, als die Voraussetzungen der Elastizitätstheorie zulassen, durch elastische Teilvorgänge ersetzt denken, zwischen denen jeweils eine plastische Anpassung an die neu angenommene Form eintritt (J. Koenigsberger).

Diese Annahme war nun durch das Experiment zu stützen. Es wurden deshalb weitere Versuche gemacht mit plastischem Material. Verwendet wurde weiches Eisen, Blech, Kolophonium mit Wachs vermischt, Pech und Butter. Die Plastizität der letzteren Stoffe konnte leicht durch die Temperatur geändert werden. Es zeigte sich, daß bei Drucken, die weit über die Elastizitätsgrenze hinausgingen, bei denen also die Verzerrung nach Aufhören des Druckes nicht wieder zurück ging, dieselbe Form eintrat wie bei

[1] Dieses Verhältnis ist nach der Theorie gleich der Poisson'schen Konstanten σ, dem Verhältnis von Querkontraktion zu Längsdilatation. Die doppelt gekrümmte Form war schon früher bekannt. Das Verhältnis der beiden Hauptkrümmungen war von Cornu zur Bestimmung von σ benützt worden (C. R. Ac. franç. **69**. 333).

[2] Die Plastizität braucht kein eigentliches Fließen zu sein, sondern ist fast stets bei Gesteinen ein Zerbrechen unter Druck, wobei Verzahnung der Bestandteile eintritt (J. Koenigsberger u. O. Morath, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **65**. p. 82. 1913).

elastischen Stoffen innerhalb der Elastizitätsgrenze. Es ergab sich nämlich auch die reitsattelähnliche, doppelt gekrümmte Form.

Nun erhob sich die Frage: Ist diese Form bei den Gesteinsfaltungen in der Natur zu beobachten? Es müßte dann die Antiklinalenlinie, die Linie, welche die höchsten Punkte des Faltensattels verbindet, nicht eine Gerade sein, wie dies wenigstens im großen annähernd der Fall zu sein scheint, sondern ein Kreisbogen, der nach den Rändern der gefalteten Schicht in die Höhe steigt.

In den Ötztaler Alpen fand ich am Gipfel der Kreuzspitze ein Stück einer kleinen Gneisfalte, bei dem ausnahmsweise die

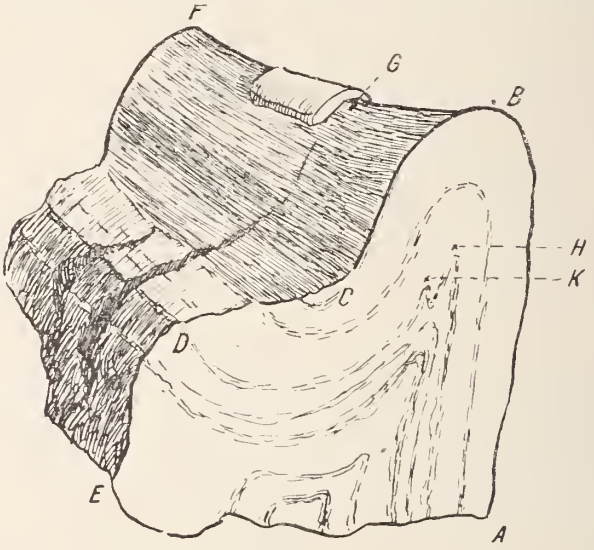


Fig. 2.

Antiklinalenlinie herausgewittert und frei sichtbar ist. Bei diesem Stück zeigt sich nun tatsächlich, daß die Antiklinalenlinie nach außen aufgebogen ist. Die Durchbiegung entspricht einem Kreis mit dem Halbmesser 45 cm.

Das Stück ist in der Fig. 2 dargestellt. Es bildet etwas mehr als eine halbe Faltenlänge. A B C D E ist der Querschnitt. Bei B ist der Faltensattel, bei C die Mulde. B G F ist die Antiklinalenlinie, die deutlich nach unten durchgebogen ist. Die Senkung beträgt bei G 0,9 cm, die Strecke B F 18 cm. Bei G ist noch ein kleiner Rest einer Schicht erhalten, die sonst infolge der Verwitterung verschwunden ist. Während die Verwitterung zwischen A und C eine Schichtfläche herausmodellierte (mit Ausnahme des kleinen Stückes bei G), ist die Fortsetzung der Falte in die benachbarte zwischen C und E quer zu den Schichtflächen abgebrochen. Die Linien im nicht schattierten Teil A B C D E bedeuten Biotitlagen.

Doch der gut erhaltene Teil A B C ist ein schöner Beleg für das oben Gesagte. Daß die 2. Krümmung, die von B G F, so gut wahrnehmbar ist, wie es die Theorie in der ersten Näherung verlangt, beruht hier auf der großen Dicke B H = 3 cm, der als einheitliche Schicht gefalteten Gesteinsmasse[1] verglichen mit ihrer Breite B F, die hier durch primäre, der Faltung vorausgegangene Quersprünge begrenzt und klein war. B F : B H = 6, also verhältnismäßig klein. — Es könnte noch der Einwand gemacht werden, daß eine sekundäre Faltung senkrecht zur ursprünglichen stattfand und daß dadurch die Antiklinalenlinie gekrümmt wurde. Die Theorie für einmalige Faltung verlangt, daß jedenfalls $\sigma \geqq \varrho_h : \varrho_a \geqq 0$ ist. Dies ist hier erfüllt; denn σ für Gesteine ist etwa = 0,24 (Winkelmann, Mechanik. II. 581) und $\varrho_h : \varrho_a = 4 : 45 = 0{,}08$. Ich kann aber noch einen Schritt weiter gehen und, wenn man die für Kautschuk angestellten Messungen für Gneis zugrunde legen darf, ungefähr ermitteln, wie groß das beobachtete $\varrho_h : \varrho_a$ für das hier vorhandene Verhältnis von Breite zu Dicke sein soll. Bei Kautschuk und bei Gneis ergab sich nun beim gleichen Verhältnis von Breite zu Dicke (= 6 : 1) $\varrho_h : \varrho_a = \frac{1}{3}\sigma$, nämlich bei Kautschuk ($\sigma = 0{,}47$) $\varrho_h : \varrho_a = 0{,}17$, bei Gneis ($\sigma = 0{,}25$) $\varrho_h : \varrho_a = 0{,}08$. In beiden Fällen ist also das Verhältnis der Krümmungsradien der gleiche Bruchteil von σ für die betreffende Substanz.

Es entzieht sich meiner Kenntnis, ob die Aufbiegung der Antiklinalenlinie an den Rändern, wie sie das oben beschriebene Stück zeigt, deswegen sonst nicht bekannt ist, weil man noch nicht darauf geachtet hat, oder ob sie deswegen wirklich selten ist, weil in den Faltengebirgen die Breite der gefalteten Platten sehr groß ist im Verhältnis zur Dicke. In letzterem Fall muß, wie das Experiment ergab, die reitsattelförmige Aufbiegung senkrecht zur Hauptfaltung geringer werden als bei großer Dicke. Wenn die gefaltete Schicht als scheinbares Ganzes ziemlich dick ist, kann sie gleichwohl durch die bei der Faltung auftretenden Schubspannungen in mehrere dünne Schichten unterteilt werden. Für diese gilt dann, daß die Dicke klein ist im Verhältnis zur Breite, und daß infolgedessen die Aufbiegung der Antiklinalenlinie der einzelnen Schicht und damit auch des Schichtenpakets im ganzen an den Rändern gering wird. So kann die Zerteilung der gefalteten Schicht bewirken, daß auch da, wo eine recht dick erscheinende Schicht gefaltet ist, die reitsattelähnliche Aufbiegung so schwach bleibt, daß sie nicht auffällt.

Freiburg i. B., Math.-phys. Institut, Nov. 1921.

[1] Punkt H wurde deshalb nicht weiter unten angenommen, weil in der Schicht unterhalb H, bei K, Ablösungen eintraten, so daß nur B H als einheitlich gefaltete Schicht gelten kann.

Über gangförmige Eruptivbreccien aus dem Villnößtal (Südtirol).

Von **H. P. Cornelius** und **M. Furlani-Cornelius.**

Vor 40 Jahren schrieben Teller und v. John[1]: „Mitten durch diese verstürzten Massen" (von Amphibolit im Eisacktal unter Gufidaun) „setzen mit unregelmäßigem Verlauf schmale Klüfte hindurch, die mit klastischem Material anderer Provenienz ausgefüllt sind. Die Füllung besteht im wesentlichen aus Phyllitbruchstücken und Brocken von reinem Quarz, welche durch ein dunkles, glimmerigtoniges Cement gebunden sind." Ähnliche Vorkommen werden aus dem Diorit von Sulferbruck, sowie von mehreren Stellen aus dem Phyllit, besonders des Feldturnser Gehänges, erwähnt. „Mit dem Phyllit stehen sie gewöhnlich in so festem Verband, daß man sie bei ungünstigen Aufschlüssen leicht für konglomeratische Zwischenschichten halten könnte. Alle diese Bildungen sind offenbar als sekundäre Ausfüllungen offener Spalten und Kluftnetze zu betrachten" (Teller und v. John, a. a. O.).

Auf geologischen Aufnahmstouren in der Gegend des Villnößtals im vergangenen Sommer haben wir nun zwei Vorkommen studieren können, die mit dem eben angeführten offenbar gleicher Art sind, sich dagegen der obigen Deutung keineswegs fügen wollen.

Das eine steckt, ebenso wie das eingangs zitierte, in dem Diorit-Amphibolit von Gufidaun. Auf der Süd- und Ostseite der höchsten Kuppe des Hügels, auf dem diese Ortschaft steht, ist während des Krieges ein Schützengraben ausgehoben worden; er hat treffliche Aufschlüsse in den genannten Hornblende-Plagioklasgesteinen geschaffen. Sie sind dort vollkommen massig, mit starkem, schlierigem Wechsel der Korngröße, und wohl nur als Diorit zu bezeichnen; weiter nördlich geht daraus schieferiger Amphibolit hervor. In jenem Schützengraben beobachtet man nun zweierlei auffällige Erscheinungen im Diorit: einmal lagen- und linsenförmige Massen von weißem feinkörnigem Calcitmarmor; im Maximum etwa 1—2 m mächtig, verschmälern sie sich seitlich und laufen in schmale Adern aus, die man ohne Kenntnis des Zusammenhangs mit den Marmorlinsen für Sekretionsadern halten möchte. Die Deutung dieser Gebilde ist vorläufig problematisch und soll hier nicht diskutiert werden. Zweitens trifft man dort Breccien, auf welche die obige Beschreibung von Teller und v. John fast wörtlich

[1] F. Teller und C. v. John, Geolog.-petrogr. Beiträge zur Kenntnis der dioritischen Gesteine von Klausen in Südtirol. Jahrb. geol. Reichsanst. Wien 1882. p. 682.

zutrifft. Sie bestehen aus in der Hauptsache ausgesprochen eckigen Bruchstücken von vorwiegend Quarz, Phyllit und Glimmerschiefer, untergeordnet auch Diorit und selten jenem weißen Marmor. Sie erreichen weit über Faustgröße, jedoch mit allen Übergängen zu kleineren und kleinsten Splittern. Das Bindemittel ist schwarzgrau, massig und dicht (mit einzelnen eingestreuten Glimmerschüppchen); die Gesteinsfragmente liegen darin vollständig regellos eingebettet. Diese Breccien setzen in Gestalt von zwei randlich scharf begrenzten Gängen: ein westlicher etwa ½ m, ein östlicher über 1 m mächtig, steil durch den Diorit. Bemerkenswert ist das beträchtliche spezifische Gewicht der Breccie.

Ein Dünnschliff der Breccie läßt unter ihren bis zu mikroskopischen Dimensionen herabgehenden Elementen folgende unterscheiden: 1. Quarze, teils einheitliche Individuen, teils verzahnte Aggregate, meist mit mehr oder minder starker undulöser Auslöschung. 2. Feinkörnige, meist deutlich schiefrige Gesteine aus Quarz und hellem Glimmer; manchmal gestaucht und verbogen, mit undulöser Auslöschung. 3. Aggregate eines farblosen, schwach licht- und doppelbrechenden Minerals, offenbar Quarz, bis zur Unkenntlichkeit imprägniert mit fein verteilter opaker Substanz — vermutlich Graphit. — Alle diese Bruchstücke zeigen unregelmäßig eckige, oft splitterartige Formen. Sie dürften sämtlich dem Quarzphyllit entstammen. Weiter finden sich 4. vollständig sericitisierte Feldspäte; die ursprüngliche Substanz erscheint restlos aufgezehrt, doch sind sie stellenweise aus den Umrissen zu erkennen; 5. Aggregate von Chlorit, mehr oder minder deutlich parallelblättrig — vielleicht Pseudomorphosen nach einem basischen Mineral (Hornblende?), dessen Formen jedoch nicht mehr kenntlich sind; 6. einzelne Körner von Magnetit. — Diese Gebilde 4.—6. mögen dem benachbarten Diorit entnommen sein, ohne daß sich indessen eine andersartige Herkunft ausschließen ließe. — Die Grundmasse, an Menge mehr zurücktretend als es das makroskopische Bild erwarten läßt, zeigt neben feinen Quarzsplittern einen kaum aufzulösenden Filz von Sericit und Chlorit mit etwas Erz, sowie unbestimmbare Massen von geringer Licht- und Doppelbrechung; offenbar befindet sie sich in einem Zustand weit vorgeschrittener Zersetzung.

Das andere hier zu behandelnde Breccienvorkommen findet sich unmittelbar an der Straße ins Villnößtal unter Milleins, wenig oberhalb vom Gasthaus Sonne. Dort steht am Abhang über der Straße nahezu horizontaler Quarzphyllit an, welcher mit flach W-fallender Kontaktfläche von gelbbraunem, vollständig zersetztem Porphyrtuff mit undeutlicher Schichtung bedeckt wird. In diesem setzen nun Adern auf von einem dunkelgrauen Gestein, bald diskordant durchgreifend, bald mehr horizontal sich dem Verlauf der Schichtung nähernd; im Maximum etwa 10 cm mächtig, verästeln sie sich bis zu feinen Trümern von einigen Millimetern Dicke.

Überall bleiben sie jedoch scharf abgegrenzt gegen das Nebengestein. Im Phyllit konnten wir sie nicht beobachten, obwohl eine der Adern sich bis fast unmittelbar an die Grenzfläche verfolgen läßt. Der erste Eindruck ist, nach der ganzen Art des Auftretens, unzweifelhaft der eines normalen Eruptivgesteins. Bei genauerem Zusehen erkennt man in ihm jedoch eine Breccie, welche der obigen von Gufidaun im wesentlichen durchaus gleicht, bis auf die hier erheblich geringeren, 1—2 cm kaum übersteigenden Dimensionen der sie aufbauenden Gesteinsbrocken: es sind Phyllite und Quarze, in einem dichten schwarzgrauen Bindemittel eingebettet.

Auch im Dünnschliff ist das Bild ganz ähnlich dem obigen. Es finden sich auch hier 1. Aggregate aus meist stark verzahnten, undulös auslöschenden Quarzkörnern, oft mit fein verteiltem schwarzem Pigment (Graphit?) reichlich imprägniert; 2. regelmäßig geschieferte bezw. lagentexturierte Quarz-Muscovitgesteine; ferner 3. fast ganz oder ganz aus hellem Glimmer, und zwar aus stark verbogenen, undulös auslöschenden Blättern zusammengesetzte Brocken; z. T. gleichfalls mit fein verteiltem schwarzem Pigment. 1.—3. dürften auch hier dem Quarzphyllit entstammen. Dazu treten 4. erheblich kleinere, meist einheitliche Quarze, z. T. von ausgezeichnet bipyramidalen Formen — diese wohl aus dem Porphyrtuff herzuleiten; häufiger allerdings sind eckige Splitter, deren Herkunft sich nicht bestimmen läßt. Dies gilt auch von 5. einzelnen Muscovitblättern und 6. vereinzelten Körnchen von opakem Erz und Zirkon. — Die Grundmasse tritt auch hier im mikroskopischen Bilde an Menge stark zurück und bietet genau den gleichen Anblick wie oben — ein äußerst feiner Filz, in dem außer einzelnen Sericit- und Chloritblättchen, sowie Quarzkörnchen nichts zu bestimmen ist.

Dies Gestein wurde von der einen von uns bereits vor Jahren aufgefunden und kurz beschrieben[1]. Seine — insbesondere auch im Schliff zu erkennende — Brecciennatur führte zu der Auffassung als Grauwacke; das umhüllende gelbe Gestein (dessen Erhaltungszustand die Herstellung eines Schliffes nicht erlaubte) wurde als diaphthoritisches Umwandlungsprodukt gedeutet, innerhalb dessen unsere Breccie allein kenntlich geblieben sei — die verhältnismäßige Nähe einer bedeutenden Dislokation, der Villnößer Linie schien diese Deutung zu stützen. Nun setzt aber jenes gelbe undefinierbare Gestein, das die schwarzen Adern umschließt, in großer Mächtigkeit am Gehänge östlich von Theiß hinauf fort, stets als basales Glied (abgesehen von spärlichem Verrucanokonglomerat) der diskordant dem Phyllit aufruhenden permisch-mesozoischen Schichtfolge, und überlagert von den Ergüssen der Quarzporphyrplatte,

[1] Marta Furlani, Studien über die Triaszonen im Hochpustertal, Eisack- und Pensertal in Tirol. Denkschr. Akad. Wien. Math.-naturw. Kl. 97. 1919. p. 37.

mit deren unzweifelhaften Tuffen es in engster Verbindung steht: als solcher muß es demgemäß auch selbst betrachtet werden, und nicht als Diaphthorit.

Für die Deutung unserer Breccien ergibt sich aus dem bisher Gesagten das Folgende. Sie hat in erster Linie auf das gang- oder aderförmige Auftreten Rücksicht zu nehmen; einen unzerstört gebliebenen Rückstand eines im übrigen völlig diaphthoritisierten Gesteins kann die Breccie bei Milleins nicht darstellen, wie wir eben sahen. Und die ganz gleichartigen Bildungen in verschiedenen anderen (durchaus intakten!) Nebengesteinen verbieten eine solche Deutung auf das entschiedenste. Eine Ausfüllung von Spalten liegt sicher vor; und wir haben nur die Wahl, eine solche von oben oder von unten her anzunehmen.

Teller und v. John haben sich a. a. O. für die erstgenannte Möglichkeit ausgesprochen. Allein dagegen spricht die oben beschriebene Art der Verkittung, wie sie uns von keiner rezenten oder diluvialen Schuttbildung bekannt ist. Auch ist es so gut wie ausgeschlossen, daß Oberflächenschutt — sei es auf welche Art immer — in die feinen, horizontal verlaufenden Spalten im Milleinser Aufschluß hineingeraten wäre; diese hätten nur mit Trümmern des Nebengesteins — zumal in Anbetracht von dessen mürber Beschaffenheit — gefüllt werden können. Weiter sollte man im Fall einer Füllung von oben überhaupt in erster Linie Trümmer des Nebengesteins in der Breccie erwarten — statt dessen spielen solche in unseren beiden Vorkommen eine sehr untergeordnete Rolle gegenüber solchen des Quarzphyllits. Und endlich fanden wir bei der mikroskopischen Untersuchung der Breccie von Milleins unter deren Bestandteilen solche, die gegen jeden sedimentären Transport sprechen: jene ausschließlich aus Glimmerblättern zusammengesetzten Fragmente müßten, der Einwirkung des bewegten Wassers oder des Frostes ausgesetzt, in kürzester Zeit in ihre Elemente aufgelöst werden. Höchstens äolischem Transport gegenüber mag man sie als haltbar ansehen; aber einen solchen schließt wieder die Größe vieler anderer Trümmer unbedingt aus.

All diese Argumente gelten ebenso, wenn man nicht ein rezentes oder diluviales, sondern ein Verrucanoalter unserer Breccien annehmen will, wie das Teller[1] für ein vielleicht ihnen anzuschließendes Vorkommen, bei Klamm im Eisacktal, getan hat. Auch müßte man in diesem Fall eigentümliche spaltenförmige Vertiefungen in der permischen Abtragungsfläche voraussetzen, was bei deren sonstiger Regelmäßigkeit recht auffallend wäre. Und für die Breccie von Milleins kommt ein Verrucanoalter ohnehin nicht

[1] F. Teller, Über die Aufnahmen zwischen Etsch und Eisack. Verh. geol. Reichsanst. Wien 1880. p. 92.

in Betracht — da sie ja im Porphyrtuff steckt, der jünger ist als das Konglomerat des Verrucano.

Somit bleibt uns nur die zweite oben angedeutete Möglichkeit: Ausfüllung der Spalten von unten, auf eruptivem Wege. Es muß freilich in hohem Grade auffallen, daß als solches kenntliches Eruptivmaterial sich an der Zusammensetzung der Breccien nicht beteiligt; sowohl die zersetzten Feldspäte und femischen Mineralien im Gufidauner Vorkommen, wie die Porphyrquarze in jenem von Milleins können aus dem Nebengestein bezogen sein, wie wir gesehen haben; und der Zustand der Grundmasse erlaubt überhaupt keinen Rückschluß auf ihre Herkunft. In der oben erwähnten, vielleicht gleichartigen Breccie von Klamm findet sich dagegen nach der Beschreibung Teller's Eruptivmaterial in Gestalt von Porphyritblöcken. Noch mehr aber muß unser Erstaunen die Tatsache erregen, daß ein solcher, größtenteils aus fremden Bruchstücken bestehender Gesteinsbrei in so feine Spalten hineingepreßt werden konnte, wie wir sie in dem Milleinser Aufschlusse gesehen haben. Man möchte annehmen, daß für deren Füllung nur eine vollkommen dünnflüssige, ganz leicht bewegliche Masse in Betracht kommen konnte. — Die Füllung der Gänge im Diorit von Gufidaun mit überwiegend Quarzphyllitmaterial findet ihre Erklärung durch die sehr wahrscheinliche Annahme, daß der Diorit und Amphibolit nur eine linsenförmige Einschaltung im Quarzphyllit darstellt, also auch wieder von solchem unterlagert wird.

Bemerkenswert sind auch die Erscheinungen intensiver mechanischer Deformation an den Breccienelementen, die dem Quarzphyllit entstammen, während solche am anstehenden Quarzphyllit der Umgebung in der Regel (von Mylonitzonen abgesehen) fehlen. Sollten sie bei der Zerstäubung des Gesteins, das das Breccienmaterial geliefert hat, zustande gekommen sein?

Offenbar waren es explosive Vorgänge, welchen unsere Breccien ihre Entstehung verdanken: Vorgänge, durch die sowohl die Spalten aufgerissen, als das Gestein zersplittert und in jene eingepreßt wurde. Sie dürften mit dem Durchbruch der zahlreichen Porphyritgänge des Villnößtals und seiner Umgebung in Zusammenhang stehen; dafür spricht nicht nur die räumliche Nachbarschaft, sondern auch das Vorkommen von Porphyritmaterial in der Klammer Breccie (sofern diese mit den unseren sich tatsächlich als identisch herausstellt).

Das Alter dieser Vorgänge läßt sich bis jetzt ebensowenig mit Sicherheit feststellen, wie das der Porphyrite selbst.

Wien, im Dezember 1921.

Über Denckmanns „Siegerländer Hauptüberschiebung".

Von Dr. **H. Breddin.**

Mit 1 Kartenskizze.

Im Jahre 1907 stellte A. Denckmann[1] die Hypothese auf, daß das ältere Unterdevon des Siegerlandes und seiner westlichen Nachbargebiete auf einer gewaltigen, 30—40 km breiten Überschiebungsfläche über sein Vorland hinweggeschoben worden sei; diese Annahme ist bis heute noch nicht ernstlich bestritten worden. Ich habe nun in den letzten Jahren Gelegenheit gehabt, die betreffenden Gebiete zum Teil eingehend kennen zu lernen und mich von der Unhaltbarkeit der Denckmann'schen Annahme überzeugen können. Im folgenden möchte ich die wichtigsten Resultate meiner Beobachtungen kurz zusammenfassen, soweit sie für die Klärung der Überschiebungsfrage in Betracht kommen. Wegen der Einzelheiten muß ich auf meine im Druck befindliche Spezialarbeit über das Gebiet zwischen Gummersbach und Olpe verweisen, deren Erscheinen sich unter den heutigen Verhältnissen sehr verzögern dürfte.

Die beiliegende Kartenskizze beruht zum größten Teil auf Spezialaufnahmen, abgesehen von dem Gebiet östlich der Bigge, wo nur Übersichtsbegehungen vorliegen. Die auf das Gebiet südlich der Linie Bielstein a. d. Wiehl—Denklingen bezüglichen Angaben der Karte verdanke ich zum Teil der Freundlichkeit von Herrn Dr. Max Richter[2].

Bei seiner Gliederung der Siegener Schichten ging Denckmann vom Siegerlande aus. Die 6 Abteilungen, die er aufstellte, sollten seiner Auffassung nach die ganze Stufe umfassen. Als Unterlage der Siegener Schichten, als „Gedinnien", betrachtete er eine Schichtenfolge mit roten Schiefern und hellen Quarzitgranwacken der Gegend von Müsen; auf diesen seiner Meinung nach ältesten Schichten sollten weiter südlich die Siegener Schichten mit ihren ältesten Gliedern auflagern und über diesen dann die Koblenzschichten folgen. Die Unstimmigkeiten, die sich bei dieser Auffassung ergaben, suchte Denckmann durch die Annahme zahlreicher Schuppungen und Verwerfungen zu erklären. Meine Untersuchungen haben dagegen ergeben, daß (s. u.) die roten Schichten von Müsen nicht älter, sondern jünger als die ganzen Siegener Schichten sind und jungen Siegener Schichten normal auflagern;

[1] A. Denckmann, Die Überschiebung des alten Unterdevon zwischen Siegburg an der Sieg und Bilstein im Kreise Olpe. v. Koenen-Festschrift, Stuttgart 1907; — Neue Beobachtungen über die tektonische Natur der Siegener Spateisensteingänge. Teil I 1912, Teil II 1918. Archiv f. Lagerstättenforschung. Heft 6 u. 25.

[2] Max Richter, Unter- und Mitteldevon im Oberbergischen zwischen Agger und Sieg. Dies. Centralbl. 1921. p. 196.

die Denckmann'sche Gliederung der Siegener Schichten kann also in dieser Gegend nicht richtig sein.

Ausgehend von den Profilen der unteren Sieg, der Agger und des Rheintales habe ich nun feststellen können, daß die Denckmann-schen „Mildflaser", „Tonschiefer", „Rauhflaser" und die Herdorfer Schichten insgesamt nur die obere Hälfte der Siegener Schichten bilden, während der untere Teil, der im Rheintale beispielsweise von Bonn bis Rheinbrohl hin ausstreicht, von Denckmann nur unvollkommen gegliedert und unter der Bezeichnung „tiefe Siegener Schichten" zusammengefaßt worden ist.

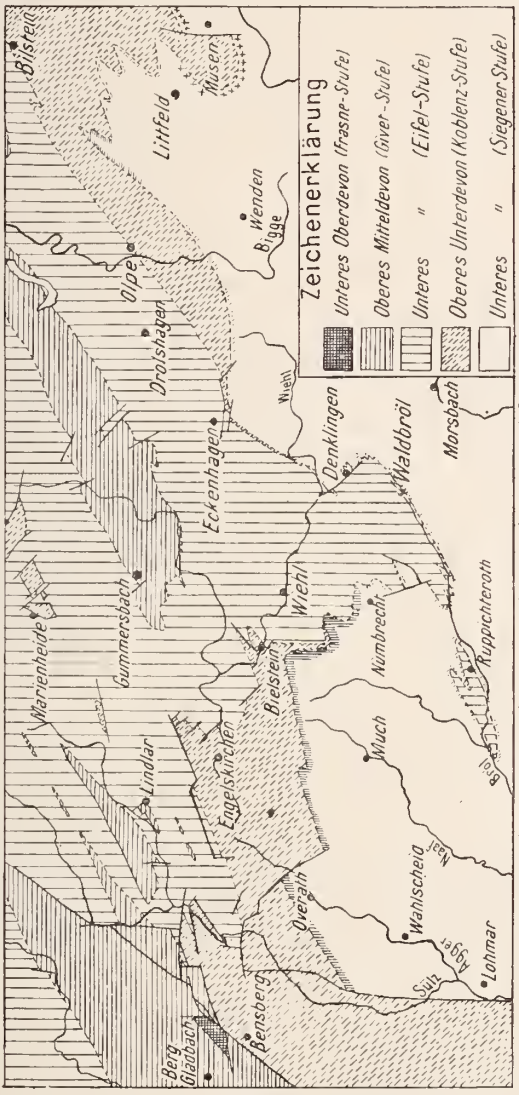
In allen Einzelstufen der Siegener Schichten läßt sich ferner ein sehr starker und schneller Fazieswechsel beobachten, ein Fazieswechsel, der aus grobkörnigen, ungleichmäßig zusammengesetzten Sedimenten von küstennahem Charakter von NW nach SO hin in gesetzmäßiger Weise feinerkörnige und gleichmäßigere Sedimente von küstenfernerem Charakter hervorgehen läßt. Ja, bei etwa $\frac{3}{4}$ aller Einzelstufen kann man sogar beobachten, daß ihre äußerste Küstenfazies nach NW zu ganz auskeilt. Die Gliederung des ganzen, außerordentlich mächtigen Schichtenkomplexes, dessen Sedimente an Masse alle anderen des rheinischen Devon weit übertreffen, hat sich als verhältnismäßig einfach herausgestellt. Es lassen sich 4 große Zyklen unterscheiden, deren Unterkante jedesmal eine Transgression des Meeres über das nordwestlich gelegene Vorland anzeigt, während sonst die einzelnen Stufen und Schichtgrenzen durchweg regressiver Natur sind. Diese Zyklen lassen sich in eine Anzahl von Einzelstufen zerlegen, deren Grenzen Re- und Transgressionsvorgängen und einem damit verbundenen gesetzmäßigen Wechsel in der Art des Sediments ihre Entstehung verdanken. Der 1. Zyklus läßt sich rechts des Rheins in 3 Stufen zerlegen und wird hier mindestens 3000 m mächtig; der 2. Zyklus gliedert sich in 4—6 Stufen, seine Gesamtmächtigkeit dürfte vielerorts 5000 m übersteigen. Seine beiden tiefsten Stufen sind die auf der Karte gekennzeichneten Odenspieler und Linzer Schichten. Der 3. Zyklus beginnt mit der Transgression des Mildflaserhorizontes A. Denckmann's; ihm gehören außerdem der „Tonschiefer-" und „Rauhflaserhorizont" dieses Autors an; er dürfte ebenfalls etwa 5000 m Mächtigkeit erreichen. Der 4. Zyklus umfaßt im wesentlichen die Denckmann'schen Herdorfer und Birkelbacher Schichten mit 3—4000 m Mächtigkeit. Die Gesamtmächtigkeit der Siegener Schichten läßt sich schwer schätzen; sie dürfte vielerorts 12 000 m übersteigen.

Die Schichtfolgen der Siegener Zeit bestehen aus einer Wechsellagerung von

1. Schiefergesteinen (Mildschiefer, Mildsandschiefer und Sandschiefer),
2. Sandgesteinen („Grauwacken" von sehr verschiedenem Habitus und verschiedener Korngröße),

3. Flaser- und Bandgesteinen (Gesteinen, die aus einer bändrigen oder flasrigen Wechsellagerung von dünnen Sandschiefer- und Sandsteinlagen bestehen),

von jeweils verschiedenem Habitus u. anderen Mischungsverhältnissen.



Auf dem Nordflügel des Siegener Blockes lagern zwischen Wingeshausen und Littfeld die Koblenzschichten normal auf den Birkelbacher Schichten A. Denckmann's auf, die hier dem unteren

Teil des 4. Zyklus angehören. Nach NW hin keilt diese Schichtenfolge zwischen dem Unterkoblenz des Müsener Gebirges (s. u.) und Sedimenten des „Tonschieferhorizontes" A. Denckmann's aus (vgl. die Kartenskizze). Nach NW zu nehmen in diesen Schichten rote milde und mildsandige Schiefer immer mehr zu, die ihre äußerste Küstenfazies bezeichnen. Einige Kilometer weiter nordwestlich keilt der ganze Tonschieferhorizont zwischen Unterkoblenz und einer Schichtenfolge aus, die aus grüngrauen und untergeordnet roten Sandschiefern mit spärlich eingelagerten Grauwacken besteht und die auskeilende Küstenfazies des „Mildflaserhorizontes" A. Denckmann's bildet. „Tonschiefer-" und „Mildflaserhorizont" sind die beiden untersten Glieder des 3. Zyklus; dessen obere Hälfte, im wesentlichen der „Rauhflaserhorizont" A. Denckmann's, tritt mit den Koblenzschichten in keine Berührung, sondern keilt schon weiter südöstlich zwischen Denckmann's „Mildflasern" und seinen Birkelbacher Schichten aus. Ebenso liegen die Verhältnisse bei den oberen Stufen des 2. Zyklus, zu denen namentlich die sehr mächtigen rauhflasrigen Unkeler Schichten gehören; denn etwa zwischen Neuenkleusheim (östl. Olpe) und Nümbrecht sieht man das jüngere Unter- und Mitteldevon auf den Linzer Schichten auflagern, die schon dem unteren Teil des 2. Zyklus angehören, während seine oberen Stufen erst weiter südlich zum Absatz gekommen sind. Nachdem auch diese nach NW zu ausgekeilt sind, liegen Eifel- und Koblenzschichten direkt auf Odenspieler Schichten auf, dem tiefsten Gliede des 2. Zyklus. Der 1. Zyklus tritt erst im Vennsattel mit unterem Unterkoblenz (Zweifaller Schichten Holzapfel's) in Berührung. Rechts des Rheins treten Stufen des 1. Zyklus nur in den Kernen des Overather und des Eitorfer Horstsattels auf; Gedinnien[1] oder noch ältere Schichten treten aber hier nirgends mehr zutage.

Während alle Stufen der Siegener Schichten einen gesetzmäßigen Fazieswechsel in Richtung NW—SO zeigen, in dem Sinne, daß jedesmal die küstennähere Fazies im NW liegt, liegen die

[1] Denckmann gibt auf seiner Übersichtskarte (1912) noch eine ganze Reihe von „Gedinnien"-Vorkommen an, die sich auf das Auftreten hellfarbiger Grauwacken und roter Sandschiefer beziehen. Warum derartige Gesteine, die doch nur eine bestimmte Fazies, aber keinen stratigraphischen Horizont bezeichnen, gerade in die Gedinnestufe gehören sollen, vermag ich nicht einzusehen. Auch ist die Hellfärbung von Grauwacken durchaus nicht immer primärer Natur. Das gilt z. B. für die Grauwacken von Wildberg, die m. E. ihre Bleichung in irgendeiner Weise den dort auftretenden Erzgängen verdanken. Derartige gebleichte Gesteine bilden, wie man besonders im Bensberger Erzdistrikt gut beobachten kann, oft bis 500 m breite Zonen längs der Erzgänge. Anderer Entstehung ist die Bleichung der Schichten im unteren Sieggebiet; sie ist eine Erscheinung der alttertiären Landoberfläche und findet sich daher nur auf den Hochflächen des Gebirges, nicht in den Tälern.

Faziesverhältnisse in den Koblenzschichten gerade umgekehrt: der Fazieswechsel geht von Süd nach Nord. Nach Süden hin nehmen die Litoralgesteine in den einzelnen Stufen zu und die Mächtigkeiten ab; in manchen Gebieten fehlen Koblenzschichten sogar völlig. Zweifellos hat also im oberen Unterdevon hier ein Festland (Siegland) bestanden. Seine Ausdehnung war in den einzelnen Zeitabschnitten verschieden: im unteren Unterkoblenz erstreckte es sich als langgestreckte Insel nach Osten weit über das Siegerland hinaus, bei der großen Regression im mittleren Unterkoblenz (Ebbezeit A. Fuchs) bildete es wahrscheinlich eine Halbinsel des nördlichen Festlandes, um im oberen Unterkoblenz wieder zu einer Insel zu werden, die erst während der Eifelzeit wieder völlig untertauchte. — Infolge der großen Verschiedenheit in der Richtung des Fazieswechsels macht es im nördlichen Schiefergebirge nirgends Schwierigkeiten, Koblenz- und Siegener Schichten stratigraphisch zu trennen.

Im einzelnen finden wir im oberen Unterdevon folgende Verhältnisse: Das untere Unterkoblenz, die Verseschichten A. Fuchs', beginnt überall im nördlichen Schiefergebirge mit einer gewaltigen Transgression, die ich als Versehaupttransgression bezeichnen möchte. Dementsprechend liegen diese Schichten, wie bereits oben auseinandergesetzt worden ist, über ganz verschiedenen Stufen der Siegener Schichten, jedoch ohne Diskordanz. Je nach der Gesteinsbeschaffenheit der betreffenden Siegener Stufe, die das Material geliefert hat, ist die Faziesentwicklung der Küstenbildungen der Versezeit am Nordrande des Sieglandes lokal verschieden. Im Gebiete von Müsen bis nach Wingeshausen hin treten massenhaft rote Sand- und Mildsandschiefer, sowie helle Quarzitgrauwacken auf, deren Auskeilen nach Süden sich westlich Wingeshausen beobachten läßt. Es sind die Gesteine, die von Denckmann irrtümlicherweise als Gedinne-Stufe aufgefaßt worden sind. Schon bald nördlich Müsen läßt sich das allmähliche Verschwinden der roten Gesteine beobachten; sie werden ersetzt durch blaugraue, bräunlich verwitternde Schiefer mit hellverwitternden Grauwacken, die nach A. Denckmann an einigen Stellen eine Versefauna geliefert haben. Bei Rehringhausen (Meßt.-Bl. Olpe) geht diese verhältnismäßig mürbe Fazies nach W über in eine Schichtfolge grüngrauer Sandschiefer mit grüngrauen Quarzitgrauwacken, die besonders östlich Olpe größere Flächen einnimmt. Südlich Olpe beginnt schon wieder der Übergang in die extreme Küstenfazies, die sich hier durch das Vorwiegen heller Quarzitgrauwacken auszeichnet, während rote Sandschiefer keine Rolle spielen; die Mächtigkeit nimmt ab bis zum völligen Auskeilen bei Eckenhagen. M. E. sind den Verseschichten alle Koblenz-Sedimente nördlich des Siegerlandes zuzurechnen, die älter sind als der Hauptkeratophyr bezw. -Tuff, mit dem das Oberkoblenz beginnt. Die Ebbeschichten A. Fuchs' und

das oberste Unterkoblenz, die Bensberger Schichten (Rimmertschichten Denckmann's im Ebbegebirge), sind nach meinen Beobachtungen hier nicht zum Absatz gekommen. Die unbedeutende Folge ganz küstennaher Sedimente, die gewöhnlich das Unterkoblenz in diesen Gebieten nach oben abschließt, möchte ich vielmehr als Regressionsfazies des zurückweichenden Versemeeres auffassen.

Es ist mir von Müsen bis nach Eckenhagen keine Stelle bekannt, wo man genötigt wäre, zwischen Siegener und Koblenzschichten irgendeine Überschiebung oder Verwerfung anzunehmen; im Gegenteil läßt schon das Übersichtskärtchen, besonders in der Gegend von Littfeld—Welschenennest, die normale Überlagerung der beiden Stufen an der innigen Verzahnung in den Spezialfalten erkennen.

Im Westen des Wiehlgebietes, wo Mitteldevonschichten weit nach Süden hin vorstoßen, beginnen die Verseschichten erst bei Bielstein a. d. Wiehl wieder als graugelbe und rote Sandschiefer mit grobkörnigen, sehr mürben Grauwacken, die nach Norden zu in eine Fazies mit fein- und mittelkörnigen Quarzitgrauwacken übergehen, in der Denckmann seinerzeit Verse-Versteinerungen fand. Die normale Auflagerung dieser Bildungen auf Siegener Schichten ist nirgendwo gestört.

Die die Verseschichten überlagernden Bensberger Schichten (teilw. Horizont der weißen Quarzite Zeleny's und gleichaltrig den Rimmertschichten Denckmann's und Fuchs' im Ebbegebirge) sind von den Verseschichten ganz wesentlich verschieden; während in diesen überall die Schiefer vorwiegen, bestehen die Bensberger Schichten aus überwiegenden Grauwacken; auch ist die räumliche Verbreitung der Bensberger Schichten und die Lage ihrer ehemaligen Küsten wesentlich anders. Das Meer der Ebbezeit, der mittleren Stufe des Unterkoblenz, scheint auch dieses Gebiet nicht mehr erreicht zu haben.

Auf das Oberkoblenz möchte ich an dieser Stelle nur kurz eingehen, da es für die Frage der Denckmann'schen Überschiebung nicht so sehr in Betracht kommt. In dem ganzen Gebietsstreifen zwischen Olpe und der Rheinebene sind die Oberkoblenzschichten geringmächtig und fossilarm entwickelt. Daß auch sie eine südliche Küste gehabt haben, geht aus ihrem Auskeilen bei Bielstein a. d. Wiehl und südlich Eckenhagen hervor. Im Osten des Siegener Blockes sind sie jedoch mächtig entwickelt und keilen nicht aus, wie ihre Lagerung über Birkelbacher Schichten zwischen Wingeshausen und der Gegend von Feudingen an der oberen Lahn beweist.

Wie schon Denckmann auf seiner Übersichtskarte angibt, springen mitteldevonische Schichten zwischen Waldbröl und Ruppichteroth auffallend weit nach Süden vor. Bei den Arbeiten von Herrn Dr. Max Richter und meinen eigenen hat sich jedoch ergeben, daß die Denckmann'sche Auffassung eines Horstes von

Waldbröl, in dem das Liegende der Überschiebung in Gestalt der erwähnten Mitteldevonschichten heraustreten sollte, gänzlich unhaltbar ist. Siegener und Mitteldevonstufen liegen vielmehr normal übereinander, wie sich das besonders schön in der Ruppichterother Mulde erkennen läßt. Kalke und Mergelschiefer des unteren Mitteldevons (Hobräcker Schichten Denckmann's) mit Korallen und Brachiopoden sind hier flach eingefaltet in den außerordentlich mächtigen Komplex der Odenspieler Schichten Denckmann's, der im wesentlichen aus einer Wechsellagerung grüngrauer Sandschiefer mit grüngrauen Quarzitgrauwacken besteht und von dem Mitteldevon nur durch eine von Ost nach West auf etwa 3 m abnehmende Zone roter und gelber Schiefer mit graugelben Grauwacken getrennt wird, die die äußerste Küstenfazies der Linzer Schichten darstellt. Ebensogut ist das Fehlen einer Störung zwischen Mitteldevon und Siegener Schichten bei Denklingen, bei Auchel a. d. Wiehl, bei Waldbröl und bei Berkenroth zu erkennen.

Auf die außerordentlich interessante und vielseitige Stratigraphie des unteren Mitteldevon näher einzugehen, würde hier zu weit führen. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß alle Stufen (man unterscheidet am besten 6) einen gesetzmäßigen und charakteristischen Fazieswechsel in Richtung NW—SO zeigen. In allmählichem Übergange entwickelt sich in den einzelnen Stufen, die wie in den Siegener Schichten, durch Trans- oder Regressionen getrennt sind, aus einer sandigen oder sandschiefrig-sandigen Küstenfazies die Tonschieferfazies der Styliolinenschiefer, auf die Zweischaler- und Crinoidenfazies der Küstenregion folgt die Brachiopodenfauna der tieferen Flachsee, die wiederum scharf getrennt ist von der ganz anders gearteten, vorwiegend pelagischen Fauna der Tiefseeabsätze.

Das obere Mitteldevon wird, wie nach Ahlburg auch im Lahngebiete, durch tektonische Bewegungen eingeleitet, die eine Komplikation der stratigraphischen Verhältnisse hervorrufen. Seinen unteren Teil bilden im Bereich des Übersichtskärtchens die klastischen Honseler Schichten Denckmann's, den oberen die Riffbildungen des Massenkalks und Plattenkalks der Gladbacher Kalkmulde.

Interessant ist die kleine Scholle von unterem Oberdevon östlich Berg.-Gladbach, die nach Süden an einer bedeutenden Verwerfung gegen Unterkoblenzschichten absetzt; es sind vorwiegend Bildungen der Tiefsee mit einer Cephalopodenfauna.

Nur durch die Annahme der großen Überschiebung konnte Denckmann seine Ansicht, daß die Hauptfaltung im Siegerlande schon in die Devonzeit falle, einigermaßen stützen; erkennt man aber die Überschiebung nicht an, so ist jene Vorstellung nicht länger aufrecht zu erhalten; denn nirgendwo zwischen dem Oberdevon und Untercarbon der Attendorn—Elsper Doppelmulde oder dem Oberdevon des Bensberger Gebietes

einerseits und den Siegener Schichten andererseits läßt sich eine Diskordanz entdecken, die jene Annahme unbedingt erfordert. Die schwachen tektonischen Bewegungen zu Beginn und während der Koblenzzeit, zu Beginn des oberen Mitteldevon und im Oberdevon scheinen im nördlichen Schiefergebirge nur Schichtlücken hervorgerufen zu haben. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Hauptfaltung im ganzen nördlichen Schiefergebirge einheitlich ist und zu Beginn des oberen Obercarbon erfolgte. Das Alter der Spateisensteingänge des Siegerlandes, die nach Denckmann und Bornhardt sicher jünger sind als die Hauptfaltung, ist also frühestens ober-obercarbonisch. Die Erscheinungen, die Denckmann (Arch. f. Lagerst.-Forsch. H. 25, p. 194) der varistischen Faltungsphase zuschreibt und die nach ihm jüngeren Alters als die Spateisensteingänge sind, dürften also einer posthumen Druckphase angehören, deren Alter sich noch nicht genau angeben läßt, sehr wahrscheinlich aber permisch ist. Während die gewöhnlichen Querstörungen des Schiefergebirges im wesentlichen dem variskischen Faltungsprozeß ihre Entstehung zu verdanken scheinen, gehören also die Erscheinungen der Schieferung, der Normalgeschiebe und der Deckelklüfte des Siegerlandes, ferner die Horstsattelbildung, unter welchem Namen ich die posthume Heraushebung des Ebbehorstsattels und seiner Abzweigungen, des Wipperfürther und Marienheider Horstsattels, sowie des Overather und des Eitorfer Horstsattels an langen, in N 60—90° O verlaufenden Verwerfungen bezeichnen möchte, dieser posthumen Druckphase an. Wie sich aus dem Verhalten der genannten Störungen schließen läßt, scheint die Richtung dieses posthumen Gebirgsdruckes vom Streichen des variskischen Gebirges um 15—20° nach Osten abzuweichen. Ob und inwieweit die Horstsattelbildung mit der permisch-triassischen[1] Bruchphase in Zusammenhang steht, die namentlich im Westen des Kartengebietes eine so große Rolle spielt, sei dahingestellt. Gewaltige Aufpressungen haben hier zur Entstehung eines Querhorstes, des Aggerhorstes, geführt, der im Norden und Osten, besonders aber im Westen, durch Staffelbrüche begrenzt ist. Seine großen westlichen Randbrüche setzen nach Süden hin weit in die Eifel hinein fort und stehen unzweifelhaft in Beziehung mit dem wahrscheinlich frühtriassischen Einbruch des Eifler Grabens. Die östlichen Abbrüche reichen etwa bis zur Linie Gummersbach—Eckenhagen—Wildberg; die nördlichen spielen im Bensberger Erzgebiet eine große Rolle, sind aber von V. Zeleny[2] seinerzeit nicht richtig gedeutet worden, da dieser

[1] Tertiäre Störungen spielen nur in den Randgebieten der Kölner Bucht eine, zudem recht geringe, Rolle.

[2] V. Zeleny, Das Unterdevon im Bensberger Erzdistrikt und seine Beziehungen zu den Blei-Zinkerzgängen. Arch. f. Lagerst.-Forsch. H. 7. 1912.

Autor ganz auf die Denckmann'sche Überschiebungshypothese eingestellt gewesen ist[1].

Nach allem scheint es mir so, als ob die irrtümliche Auffassung Denckmann's der Hauptsache nach auf eine zu geringe Berücksichtigung der Stratigraphie und eine zu starke Betonung der Tektonik zurückzuführen wäre. Sicherlich hat auch die althergebrachte Überschätzung der Leitfossilien, die mir allein wegen des starken Fazieswechsels zu einer eingehenderen Gliederung gänzlich unbrauchbar zu sein scheinen, viel dazu beigetragen, daß wir vom Rheinischen Schiefergebirge heute noch so wenig wissen. Nur eine sorgfältigere Berücksichtigung der Gesteinsbeschaffenheit, und namentlich die Verfolgung des so außerordentlich wichtigen gesetzmäßigen Fazieswechsels wird hierin Wandel schaffen.

Bemerkung zum Genotyp der Brachiopodengattung Platystrophia.

Von **W. O. Dietrich** in Berlin.

Im Geological Magazine vom Februar 1920, p. 88—90, bespricht F. A. B(athER), Eula Davis Mc Evan, A Study of the Brachiopod Genus *Platystrophia* (Proc. U. S. Nat. Mus. 56. 383—448. 11 Taf. 1919), woraus wir erfahren, daß die amerikanische Verfasserin den bisherigen Genotyp der wohlbekannten, vorwiegend ordovicischen Gattung, *P. biforata* v. Schl. sp., als unsicher verwirft und gänzlich willkürlich *P. laticosta* Meek 1873 an seine Stelle setzt. Mit Recht weist B. dieses Verfahren zurück und führt aus, daß es nur zwei mögliche Wege gibt: Entweder das v. Schlotheim'sche Original neu zu untersuchen und zu bestimmen oder, falls dieses Unikum verlorengegangen sein sollte, eine der von King 1850 bei Aufstellung der Gattung genannten Arten zum Holotyp zu erheben. Die Tatsache, daß Mc Evan in Illinois lebe, ja sogar die Tatsache, daß die Verbindung zwischen Deutschland und Amerika einige Jahre unterbrochen gewesen sei, könne das kühle Beiseiteschieben aller früheren Beschreibungen und der Materialien nicht rechtfertigen. — Dem kann man nur zustimmen und hinzufügen, daß die Mc Evan'sche Lösung das andere Extrem zu den von manchen amerikanischen Forschern beliebten Prioritätskrämereien und ihrer Sucht, obsolete Namen wieder aufzugreifen, darstellt. Es ist bequem, etwas, was man nicht kennt, außer acht zu lassen, aber es zeigt sich darin eine Vernachlässigung des wissenschaftlichen Lebens und Strebens in Europa und Deutschland im besonderen, die zu beklagen ist.

Der vorliegende Fall ist leicht aufzuhellen und mittels der Werke von L. v. Buch, Eichwald, Quenstedt, Hall,

[1] Auf dem Übersichtskärtchen haben wegen des kleinen Maßstabs nur einige wenige von diesen Störungen zur Darstellung kommen können.

Gagel[1] und Koken[2], um nur einige zu nennen, läßt sich ohne Neuuntersuchung des Originals entscheiden, was *P. biforata* v. Schl. ist, und was nicht. Aus den Angaben bei L. v. Buch und Eichwald allein ergibt sich, daß es sich um eine mittelgroße *Platystrophia* handeln muß, die im Sinus 5, auf dem Wulst 6[3] Rippen, auf den Seiten (in beiden Schalen) 9 Rippen hat. Gagel und Koken haben dann die Diagnose ergänzt und etwas erweitert, so daß der Typus der Art vollkommen gesichert ist. Die weite Fassung, die Hall und Davidson der Art gegeben haben, kann kein Grund sein, den Typus als unbestimmt zu verwerfen. Streng genommen ist also ein Zurückgreifen auf Schlotheim's Urstück gar nicht vonnöten, denn es hat doch heute kaum noch irgendwelchen Wert, gerade ein ganz bestimmtes Individuum einer Art zu kennen, deren Typus gut bekannt ist. Aber da auch Bather eine Untersuchung des v. Schlotheim'schen Urstückes fordert, sei darauf kurz eingegangen.

Das in Berlin befindliche Original der *Platystrophia biforata* ist ein mäßig erhaltenes Schalenexemplar von 22 mm Breite, 16 mm Höhe und 13,5 mm Dicke. Es hat auf dem Sinus 5 gleichstarke ungespaltene Rippen, auf dem Wulst deren 6. Auf den Seitenflächen zählt man in beiden Klappen 9 scharfe Rippen. Um die glatten Wirbel herum verwischen sich alle Rippen; der Sinus ist dort seicht und am Delthyrium macht er einer kleinen Aufwölbung Platz, auf die die Rippen nicht hinaufgehen; diese erscheinen, soviel zu sehen ist, alle gleichzeitig und keine ist bevorzugt. Auf dem Wulst entwickeln sich die Rippen durch Teilung. — Schlotheim schrieb folgende Etikette zu seinem Exemplar: „*Anomites biforatus*. Angeblich aus Frankreich und soll jetzt *Spirifer anomalus* von Sowerby benannt werden." Beyrich fügte folgende Etikette hinzu: „*Sp(irifer)* = *Anomites biforatus* Schl. Petref. p. 265 oder L. v. B. Delth. p. 44. Silurisch? Fundort unbekannt." Quenstedt katalogisierte das Stück folgendermaßen: „*Terebratula biforata* Schl. angeblich aus Frankreich = *Terebratula lynx* Eichw.? Orthis?" Er vermutete auch schon die Herkunft „als märkisches Geschiebe von Vaginatenkalk" (Brachiopoden p. 541 unten). In der Tat kann die Herkunft nicht zweifelhaft sein: Entweder ist das Exemplar als loses Geschiebe im norddeutschen Diluvium gefunden oder es stammt unmittelbar aus dem Untersilur des Baltikums.

Anm. während der Korrektur: Nach der inzwischen in Berlin eingetroffenen Evan'schen Arbeit gehört *P. biforata* in die Triplicate Gruppe, und zwar in die „niedrigfaltige" Untergruppe.

[1] C. Gagel, Die Brachiopoden der cambrischen und silurischen Geschiebe im Diluvium der Provinzen Ost- und Westpreußen. Beitr. z. Naturk. Preußens. Herausgeg. v. d. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg. No. 6. 1890.

[2] E. Koken, Die Leitfossilien. Leipzig 1896. p. 406.

[3] Bei Eichwald, Über das silurische Schichtsystem in Esthland. p. 144. St. Petersburg 1840, steht versehentlich „4 Falten".

Besprechungen.

W. Hommel: Grundzüge der systematischen Petrographie auf genetischer Grundlage. 1. Das System. Berlin 1919. Verlag Gebr. Bornträger. 174 p. 5 Taf. 5 Textfig.

Der vorliegende Band dieses Werkes enthält:

I. Die Molekularformel der Gesteine und ihre Projektion.
II. Die Konstitutionsformel.
III. Die natürliche Klassifikation der Gesteine auf genetischer Grundlage.
IV. Vergleichende Übersicht der Eruptivgesteine an Hand des natürlichen Systems. Dazu zwei Anhänge.

Unter Molekularformel versteht Verf. eine formelmäßige Darstellung des Chemismus eines Gesteines, unter Konstitutionsformel eine Formel, welche die Struktur und den Mineralbestand veranschaulicht.

Grundlage für die Molekularformel bilden die auf Molekularprozente umgerechneten Analysendaten. Der Molekularprozentgehalt an SiO_2 wird ohne nähere Bezeichnung an die Spitze der Formel gestellt. TiO_2 und P_2O_5 werden hierbei zu SiO_2 addiert, der abgerundete Wert für TiO_2 wird dann in Klammern hinter den Kieselsäurewert gesetzt, ebenso eventuell der Wert für P_2O_5; ersterer dann über, letzterer unter einen Bruchstrich.

In der Konstitutionsformel treten auf: 1. Quarzzahl, 2. Art der Feldspate, 3. Art der Molekularprozente der farbigen Gemengteile, 4. Struktur des Gesteins, 5. Ausbildungsform der Mineralien. Die Quarzzahl kommt, mit ihrem Vorzeichen versehen, an die Spitze der Formel. Darauf folgen die Zeichen für die Struktur und Werte für das Verhältnis der Feldspatmoleküle. Der hierbei zur Berechnung eingeschlagene Weg ist entschieden angreifbar.

Es ist zweifellos, daß die von Hommel vorgeschlagene Zeichensprache, die hier nicht weiter erörtert werden kann, ein Studium für sich bedeutet. Was die Projektion betrifft, so stellt sie an sich nichts Neues dar. In Wirklichkeit handelt es sich um nichts anderes als eine Dreiecksprojektion im System SiO_2—$2Al_2O_3$ — nicht an Al_2O_3 gebundene Oxydate. Das Dreieck O—SiO_2 100—Al_2O_3—F-Achse ist rechtwinklig. Sonst ist es üblich, die Dreiecke gleichseitig zu machen, um Verzerrungen zu vermeiden. Auch bei Anwendung gleichseitiger Dreiecke läßt sich natürlich die Quarzzahl sofort ablesen und können auf den Koordinatenlinien für Al die Werte für K_2O, Na_2O usw. abgetragen werden. Doch diese Einwendungen sollen nicht abschrecken, das Buch von Hommel durchzustudieren, das für die theoretische Petrographie neben manchem

zur Diskussion und Prüfung Anregenden auch vieles Wertvolle und Bleibende bringt. Es ist nicht möglich, im Rahmen eines kurzen Referates auf alle Einzelheiten einzugehen: Hommel steht auf dem Standpunkte von Bowen, daß die Differentiation eine Kristallisationsdifferentiation sei. Es werden nun für die Mannigfaltigkeit der Vorgänge besonders zwei Variationsmöglichkeiten verantwortlich gemacht, die selbst nicht unabhängig voneinander sind: Geschwindigkeit der Abkühlung und Tiefe des Magmaherdes. Dabei wird auch zwischen einem geologischen und einem petrographischen Begriff von Tiefengesteinen unterschieden. Die Shonkinite werden beispielsweise als nicht vollwertige Tiefengesteine angesehen, Missourit und Leucitshonkinit als „Ergußgesteine".

Orthogene Gesteine sind nach Hommel Gesteine, die aus dem Magma durch langsame Kristallisationsdifferentiation unter hohem Druck und bei vollständiger Ruhe entstanden sind, wobei der Olivin, bevor er zu Klinoenstatit oder Diopsid umgesetzt wurde, der Schmelze entzogen wurde. Paragene Gesteine entstanden bei rascherer Abkühlung. Die Ausscheidung der Mineralien erfolgte mehr nebeneinander. Olivin erlitt vor dem Absinken Umwandlungen in Klinoenstatit und Diopsid; die gravitative Kristallsonderung entzog so dem Magma neben MgO noch Kalk und eine größere SiO_2-Menge.

Eine Mittelstellung nimmt die syenitische Reihe ein, die aber von Hommel in der endgültigen Klassifikation auf orthogene und paragene Gesteine verteilt wird. Die verschiedenen Abkühlungsgeschwindigkeiten werden von der Tiefe des Magmaherdes abhängig erachtet. Orthogene und paragene Gesteine werden selbst wieder in Kata-, Meso- und Epireihen geteilt. Orthogene und paragene Gesteine bilden selbst die zwei ersten Gesteinsklassen, denen als dritte die der Ergußgesteine (hypogen) gegenübergestellt wird. Eine vierte Gesteinsklasse ist die der kristallinen Schiefer oder peratogenen Gesteine, eine fünfte die der Sedimente oder diagenen Gesteine. Die natürliche Gesteinsfolge wird dann weiterhin in Zonen eingeteilt, die bei den magmatischen Gesteinen bestimmten Temperaturintervallen entsprechen sollen, die das Magma während der Abkühlung durchläuft und die durch die Ausscheidung eines typischen Minerals gekennzeichnet werden.

Wie auch im einzelnen der Standpunkt des Lesers zu den Hommel'schen Ausführungen ist, der Petrograph wird das wichtige Werk durcharbeiten müssen, das nicht die Lösung, jedoch manche Ansätze zu einer Klärung im Vordergrund stehender Probleme bietet. (Vgl. hierzu die Abhandlung des Ref. in dies. Centralbl. 1920. 161.)

P. Niggli.

J. W. Gregory: The Rift Valleys and Geology of East Africa. Seeley, Service & Co. London 1921. 479 p. Mit zahlreichen Tafeln u. Karten. (32 Sh.)

Veranlaßt durch einen Besuch Britisch-Ostafrikas (Kenya-Kolonie) im Jahre 1919 hat Verf. erfreulicherweise auch einmal von englischer Seite eine zusammenfassende Darstellung der geologischen Verhältnisse gegeben, in die bisher auf Grund der Literatur nur recht mühsam Einblick zu gewinnen war. Ergänzend wird daneben eine Übersicht über den größeren Teil Ostafrikas überhaupt gegeben.

Einige Unausgeglichenheiten müssen auffallen: Das Buch soll nicht nur dem Geologen von Fach gelten. Da erscheinen dann speziellere paläontologische, bodenkundliche, petrographische, chemische Betrachtungen hier nicht recht am Platze, während knappste Erläuterungen fachmännischer Terminologie dem Laien zu wenig geben, dem Geologen entbehrlich sind und Ortsnamen-Erklärungen überhaupt nicht in den Rahmen passen wollen. Während ferner die übrigen Fachkapitel als Anhang behandelt und Spezialisten überlassen sind, erscheinen eingehendere Ausführungen über fossile Korallen Britisch-Ostafrikas als Sonderabschnitt mitten in der stratigraphischen Schilderung, und auch die Prähistorie wird dort behandelt.

Die große Grabenzone als „roter Faden" wird in je einem Abschnitt zu Beginn und am Schluß dargestellt. Die Auswahl der benachbarten Länder ist willkürlich und ihre Behandlung nicht auf Vollständigkeit abgestellt, sondern offenbar vom Stande der synthetischen Literatur stark bedingt. So schließt sich an den stratigraphisch und regional gefaßten Hauptabschnitt die Darstellung von Uganda und Victoria Nyanza, Deutsch-Ostafrika, Nyassa-Gebiet, sogar auch Madagaskar, während Mozambique unberücksichtigt bleibt. Dann springt die Darstellung auf Somaliland, Abessynien über und folgt den tektonischen Linien noch ins Niltal, Rote Meer und bis nach Palästina.

Anerkennung verdient die sachliche Berücksichtigung der Literatur bis über die Kriegsjahre hinaus auch von deutscher Seite. Ist auch viel und manches Wichtige natürlich zum Schaden des Inhalts unzugänglich oder unbekannt geblieben, so ist die Bemühung nach dieser Richtung doch ersichtlich und ebenso eine unvoreingenommene Würdigung des Geleisteten. Wenn Deutsch-Ostafrika der „geologisch bestbekannte Teil von Äquatorial-Afrika" genannt wird, so können freilich die gewundenen Erklärungen dafür, die das Lob nach Möglichkeit einzuschränken suchen, nur komisch und tragisch zugleich wirken. Denn „Deutschland konnte dem Lande als seiner meistversprechenden und Lieblingskolonie größere Aufmerksamkeit schenken, als das vereinte Königreich für Britisch-Ostafrika aufzubringen vermochte". Da sieht es mit dem Kultur-

fortschritt nach Verdrängung der Barbaren doch anscheinend trübe aus!

Wesentliche Neuerungen sind der Natur des Werkes nach nicht zu erwarten. Doch seien wenige Einzelheiten herausgegriffen. Die Angaben von Schulze und Reck über den Ausbruch des Eldonjo l'Engai in Deutsch-Ostafrika vom Jahre 1917 erfahren einige erwünschte Ergänzungen von der Seite des Gegners. Der fossile Elefant von Homa in Kavirondo (Victoria-See) wird in bezug auf *El. antiquus Recki* Dietr. „derselbe oder ein naher Verwandter" genannt, an seinem pliocänen Alter aber seltsamerweise dessenungeachtet festgehalten. Ein schon 1896 erwähnter [durch Ref. 1914 gewürdigter], vom „Lake Nyanza" (vermutlich Njassa-See) durch einen nicht mehr festzustellenden Missionar mitgebrachter Seeigel, nach der Abbildung Taf. IV p. 39 trefflich erhalten, wird als *Echinolampas discoideus* bestimmt und nunmehr für höchstwahrscheinlich autochthon gehalten. Danach hätte das Oligocän-Meer den Njassa-See erreicht! [Ref. vermag seine Zweifel nur verstärkt zu sehen, um so mehr, als in Jahrzehnten kein weiteres marines Fossil von dort dazugekommen ist.] Bedenken gegen meine These eines triassischen Binnenmeeres (Kongobecken) und seine Verbindung über Abessynien nach dem Indischen Ozean sind an sich sehr begreiflich. Doch hat sie leider Gegengründe nicht ins Feld gerufen. Die ammonitenführende marine Trias Madagaskars wird erstaunlicherweise kurz mit der Bezeichnung „ästuarine oder terrestrische Permablagerungen" abgetan. Natürlich liegt eine (übrigens recht oberflächliche) Verwechslung des Verf.'s vor.

Besonders wertvoll als Lückenfüllung sind geologische (einfarbige) Kartenskizzen von Britisch-Ostafrika und Abessynien, sowie ein äußerst reichhaltiges und sorgfältiges Literaturverzeichnis (p. 423—453). **Edw. Hennig.**

Hiermit bringen wir die traurige Nachricht, daß am 9. Februar 1922

Herr Geheimer Bergrat

Prof. Dr. Theodor Liebisch

in Berlin

im fast vollendeten 70. Lebensjahr verstorben ist. Seitdem er Harry Rosenbusch in der Redaktion des Neuen Jahrbuches gefolgt war, hat er sich 36 Jahre lang mit ganzer Hingabe und Umsicht die Förderung und Erweiterung der Zeitschrift angelegen sein lassen. Ihre wissenschaftliche Höhe ist ihm Herzenssache gewesen. Das ihm anvertraute Fachgebiet und die Hauptleitung, welche er 4 Jahre inne hatte, hat er erst vor wenigen Monaten aus der Hand gegeben, als ihm zunehmende schwere Krankheit die Arbeitskraft brach. Den großen Verdiensten, die sich der Verstorbene als Lehrer und Gelehrter erworben hat, sollen an anderer Stelle Gedenkworte gewidmet werden. Seine Mitarbeiter an dem Neuen Jahrbuch aber werden dem immer aufrechten, verehrten Mann ein treues Andenken bewahren.

Im Februar 1922.

Schriftleitung und Verlag des Neuen Jahrbuchs und des Centralblattes für Mineralogie.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur chemischen Konstitution von Silikaten.

(2. Mitteilung.)

Von **B. Gossner** in Tübingen.

Mit 2 Textfiguren.

In der ersten Mitteilung (dies. CBl. 1921. No. 17. 513) wurde dargelegt, daß die Existenz von Molekelindividuen, wie sie die Analyse eines Silikatkristalles bei der Annahme der Gleichwertigkeit des Kristallbestandes mit einem bestimmten Molekül ergibt, wenig wahrscheinlich ist. Wesentlich einfacher erscheinen die Beziehungen in der Auffassung, daß die Konstitution der Silikate jener von sog. Doppelverbindungen gleichzusetzen ist. Die beiden ersten Glieder der vierten Gruppe des natürlichen Systemes der Elemente erscheinen gegenüber den übrigen ausgezeichnet. Kohlenstoff ragt hervor durch die große Mannigfaltigkeit echter Molekelindividuen (organische Verbindungen), an deren Aufbau nach höchst einfachen molekularchemischen Grundgesetzen er beteiligt ist. Silicium besitzt eine gleichwertige Fähigkeit nicht. Dagegen ist sein Dioxyd gegenüber den Oxyden aller anderen Elemente dadurch ausgezeichnet, daß es sich mit anderen Stoffen ebenfalls in höchst mannigfaltiger Weise, aber doch nach recht einfachen Gesetzen zu einer großen Zahl von Verbindungen zu vereinigen vermag. Diese Verbindungen kennt man aber bis jetzt nur im Kristallzustand. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß der zugehörige Molekülzustand existiert. Darum entspricht es nicht den Tatsachen, wenn man die Konstitution des chemischen Bestandes dieser Kristalle ausschließlich mit Hilfe der üblichen molekularchemischen Vorstellungen zu deuten versucht. Der chemische Bestand eines Silikatkristalles ist nach seiner Konstitution auf eine Stufe mit Doppelsalzkristallen zu stellen. Die besondere Eigenschaft des Siliciums ist also die Fähigkeit seines Dioxydes, in größter Mannigfaltigkeit Doppelverbindungen einzugehen. Bei keinem anderen Elemente kennt man eine ähnliche Menge derartiger Komplexe.

Von diesem Standpunkte aus, der die Folge einer Gegenüberstellung von Molekelindividuum einerseits und Atomanordnung im Kristalle andererseits ist, sind die bisherigen molekularen Konstitutionsformeln abzulehnen. Sie haben die Silikatchemie kom-

plizierter gemacht, als sie tatsächlich erscheint, ähnlich wie es früher bei Doppelsalzen und Komplexverbindungen der Fall war, solange man sie im Sinne der strengen Valenzvorstellungen zu deuten versuchte.

Ob die Koordinationstheorie das richtige Bild von der Konstitution der Silikate liefert, scheint mir ebenfalls noch nicht sichergestellt. Sie bezieht sich in der ursprünglichen Anwendung in erster Linie wohl auch auf tatsächlich existierende komplexe Einzelmolekel, welche schon in Lösung bestehen und erkannt werden können (z. B. $Fe(CN)_6K_4$). Ihre Anwendung auf die Silikate ist darin hypothetisch, daß sie stillschweigend die Annahme enthält, die mutmaßlichen Komplexe derselben bestünden auch im Molekularzustand. Die Formeln werden Molekülformeln und damit ebenfalls kompliziert, wie bei der ursprünglichen Auffassung der Silikate.

Die Anwendung der Theorie auf echte Doppelsalze (z. B. $SO_4Mg.KCl.3H_2O$) enthält eigentlich schon stillschweigend eine wesentliche Erweiterung, nämlich die Anschauung, daß wir auch über die chemische Konstitution im Kristall etwas auszusagen wissen. Und doch scheint es, daß gerade bei diesen Doppelsalzen erst die Bedingungen, welche einen Kristall erzeugen, auch die Vereinigung zweier (oder mehrerer) Molekelindividuen nach einfachen Verhältnissen bewirken. Dementsprechend hat auch bei den sog. echten Doppelsalzen die Koordinationstheorie sich nicht in dem Umfang fruchtbar erwiesen wie bei den eigentlichen Komplexverbindungen. Es hätte, um ein Beispiel zu nehmen, wenig Zweck, für den stofflichen Bestand eines Kainitkristalles die erweiterte Valenzlehre anzuwenden, nachdem dieser Bestand wahrscheinlich gar nicht als einzelnes Gesamtmolekül existiert. Dagegen hat sich eine Konstitution des Kainites ergeben aus den Bedingungen der Bildung des Kristalles. Nach Meyerhoffer hat Kainit mindestens zwei Bildungstemperaturen; er ist ein „tetragenes Doppelsalz." Auch die Art der Spaltung eines solchen Kristalles, in vorliegendem Fall bei 76, bezw. 85° und Anwesenheit gewisser weiterer Salze, führt zu dem Ausdruck $SO_4Mg.KCl.3H_2O$ für die Zusammensetzung des Kristalles.

Eine solche Schreibweise ist eigentlich keine Konstitutionsformel im chemischen Sinne, denn sie bezieht sich nicht, wie diese auf ein Molekelindividuum, sondern auf eine Vereinigung solcher im Kristallbau, eine Vereinigung, die anscheinend an diesen Kristallzustand gebunden ist und sich in Verbindung mit der Entstehung des Kristalles vollzieht.

Nach dem Verhalten der Silikate ist es höchst wahrscheinlich, daß sie Doppelverbindungen ähnlicher Art wie echte Doppelsalze von der Form des Kainites sind. Ihre Komponenten ergeben sich darum auf ähnlichem Wege, d. h. aus den Bildungsbedingungen oder, nachdem diese meist durch den Versuch nicht verwirklicht

wurden, aus den paragenetischen Beziehungen. Diese Komponenten scheinen einfachster Art zu sein, so daß ihre Zahl im Silikatkristalle ziemlich groß wird.

Der eigentliche salzartige Charakter der Silikate ist damit von untergeordneter Bedeutung als Grundlage der Konstitution geworden. Die röntgenometrisch bestimmte Struktur des Olivins veranlaßte Cn. Bernde[1], dem Minerale auch eine Konstitution in ähnlichem Sinne zuzuschreiben, indem die übliche Formel SiO_4Mg_2 die Verschiedenartigkeit von O-Atomen im Kristallbau nicht zu deuten gestattet.

Für unsere Auffassung ist bestimmend, daß die Vereinigung der Komponenten im wesentlichen als Kristallisationswirkung erscheint, also in Lösung der größere Komplex nicht anders existiert als derjenige eines echten Doppelsalzes.

Angesichts der großen Zahl der auf diese Weise vereinigten Komponenten werden die Formelbilder zunächst nur sehr wenig darstellen. Jedoch scheint eine Vereinfachung dadurch möglich zu sein, daß gewisse Gruppen mit großer Regelmäßigkeit in vielen Silikaten wiederkehren.

Durch eine solche Zusammenfassung gelingt es, die „Formeln" ganzer Gruppen von Silikaten auf verhältnismäßig einfache Typen zurückzuführen, wie dies in der ersten Mitteilung z. B. für die Hauptmasse der Kalk-Aluminiumsilikate geschah. Sind die paragenetischen Beziehungen durchsichtig genug, dann hat das so gewonnene Bild der Darstellung der Zusammensetzung eines Silikatkristalles einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, insofern es überhaupt zulässig ist, bei solchen „Kristallverbindungen" von einer Konstitution in einem gewissen chemischen Sinne noch zu sprechen. Zweckmäßiger wäre es wohl, nicht von einer Konstitution des Silikatkristalles, sondern von seinem stofflichen „Bauplan" zu reden. Bei mangelhafter Kenntnis der paragenetischen Beziehungen kann vielleicht die Aufstellung des grundsätzlichen Bauplanes eines Silikatkristalles etwas unsicher werden.

Im folgenden soll der Versuch gemacht werden, für zwei umfangreiche Gruppen von Silikaten den mutmaßlichen Bauplan zu ermitteln.

System $[SiO_2, MgO : Al_2O_3, H_2O]$: Magnesium–Aluminiumsilikate (Fig. 1).

Sämtliche Magnesium-, bezw. Aluminium-Magnesiumsilikate, einschließlich derjenigen, welche die Bestandteile des Wassers enthalten, lassen sich in ihrer Zusammensetzung höchst einfach darstellen, wenn man als einfachere Komponenten $[SiO_2 . Al_2O_3]$, $[SiO_2 . SiO_3Mg]$ und MgO, bezw. bei wasserhaltigen $Mg(OH)_2$ zugrunde legt.

[1] Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. sächs. Akad. d. Wissensch. 1921. 38.

Man erhält die Mengen dieser Komponenten, wenn man zunächst mit Al_2O_3 die zugehörige Menge SiO_2 zum Komplex $[SiO_2 . Al_2O_3]$ vereinigt und dann den Rest SiO_2 mit MgO im Verhältnis des Komplexes $[SiO_2 . SiO_3Mg]$. Die dritte Komponente ist dann die noch bleibende Menge MgO (im Fall wasserhaltiger Silikate als $Mg(OH)_2$

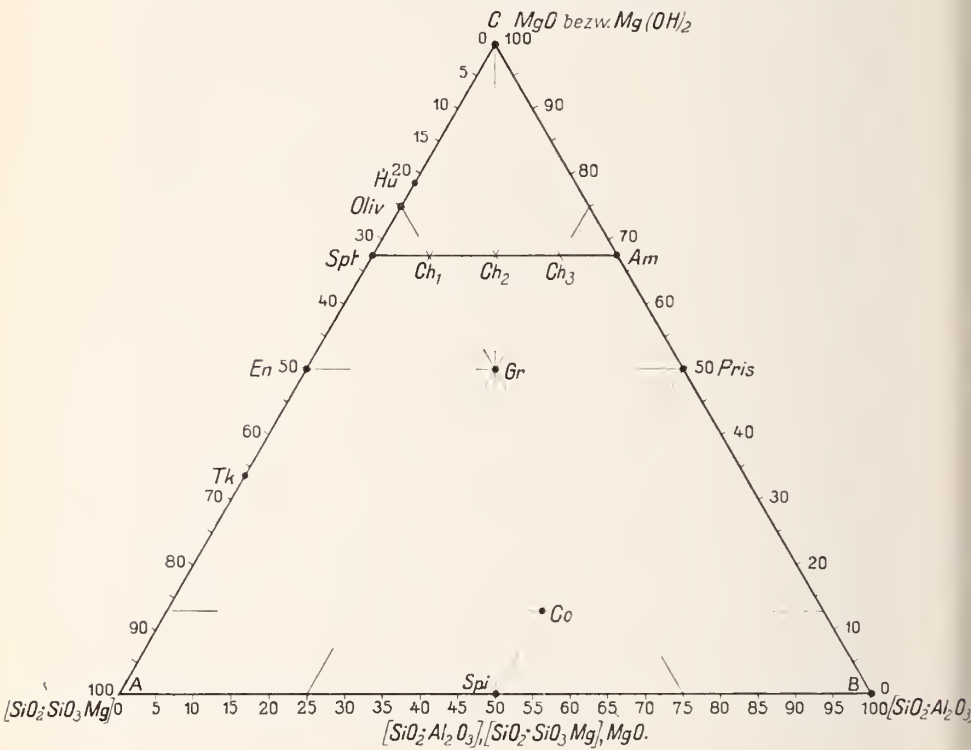


Fig. 1. Mg-Al-Silikate.

Oliv = $[SiO_2 . SiO_3Mg] . 3MgO$ . . . . . Forsterit,
En = $[SiO_2 . SiO_3Mg] . MgO$ . . . . . Enstatit,
Spt = $[SiO_2 . SiO_3Mg] . 2Mg(OH)_2$ . . . . . Serpentin,
Tk = $2[SiO_2 . SiO_3Mg] . Mg(OH)_2$ . . . . . Talk,
Hu = $3\left[[SiO_2 . SiO_3Mg] . 3MgO\right] . 2Mg(OH)_2$ . . Humit,
Am = $[SiO_2 . Al_2O_3] . 2Mg(OH)_2$ . . . . . Amesit,
Pris = $[SiO_2 . Al_2O_3] . MgO$ . . . . . Prismatin,
Gr = $[SiO_2 . Al_2O_3] . [SiO_2 . SiO_3Mg] . 2MgO$ . . Magnesiagranat,
Co = $4[SiO_2 . Al_2O_3] . 3[SiO_2 . SiO_3Mg] . Mg(OH)_2$. Cordierit,
Ch = Chlorit, und zwar $Ch_1 = 1Spt + 1Am$, $Ch_2 = 3Spt + 1Am$, $Ch_3 = 1Spt + 3Am$,
Spi = $Al_2O_3 . MgO$ Spinell (+ Quarz).

zu nehmen). In Fig. 1 sind alle Gemenge dieser Komponenten in der üblichen Weise durch Dreieckskoordinaten dargestellt, wobei die Molekülsumme gleich 100 gesetzt ist.

Die Figur bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die hervorgehobenen Punkte bedeuten jene Mineralien, deren Zusammensetzung durch die zugehörigen Abschnitte auf den Koordinaten ausgedrückt ist.

Chondrodit und Klinohumit wurden weggelassen; sie würden sich ähnlich wie Humit in bekannter Weise an Olivin als Doppelsalze desselben mit Magnesiumfluorid anschließen. Doch verdient ihr Wassergehalt, ebenso wie jener des Cordierites, noch Erwähnung. Dieser Gehalt ist sehr gering. Andererseits ist aber der Bestand des Silikates schon recht kompliziert. In solchen Fällen sind reichlich Andeutungen dafür vorhanden, daß die Bestandteile des Wassers in der Form einer festen Lösung vorhanden sind. Auch in den vorliegenden Beispielen ist diese Annahme zu begründen. Dann wäre in der Cordieritformel statt $Mg(OH)_2$ zu setzen MgO.

Bei dieser Art der Darstellung finden außer den paragenetischen Beziehungen eine Reihe von Erscheinungen und Vorgängen ihre Erklärung.

Wie sich die Serpentinisierung von Olivin vollzieht, sei kurz durch folgendes Schema angedeutet:

$$\begin{array}{r} MgO + H_2O \\ [SiO_2 . SiO_3Mg]\ MgO + H_2O \\ MgO + H_2O \end{array}$$

Auch die Tatsache, daß Enstatit (Klinoenstatit) inkongruent schmilzt, findet seine Erklärung. Sein Komplex spaltet sich zunächst in den kieselsäurereichen Bestandteil $[SiO_2 . SiO_3Mg]$ und in MgO, welches mit weiterem Enstatit Olivin liefert, so daß also eine kieselsäurereichere Schmelze in Berührung mit Kristallen von Olivin entsteht.

Die Isomorphie in der Chloritgruppe findet eine verhältnismäßig einfache Erklärung. Die Komplexe Spt und Am unterscheiden sich nur in SiO_3Mg, bezw. Al_2O_3. Diese Vertretung hat ihr Analogon in der bekannten Beziehung zwischen Geikielith (TiO_3Mg) und Eisenglanz, bezw. Korund. Es ist naheliegend, daß in einem vergrößerten Komplex diese Gleichwertigkeit auch auf SiO_3Mg sich erstreckt. Sie gilt offenbar auch in der Pyroxengruppe, wo $[SiO_2 . Al_2O_3] . MgO$ anscheinend gleichwertig ist $[SiO_2 . SiO_3Mg] . MgO$, und ebenso wahrscheinlich auch in der Amphibolgruppe. Die genauere Regel würde lauten: Es kann im Kristallbau eines Silikates bis zu einem gewissen Betrag ein Si-Atom durch ein Al-Atom ersetzt werden, wenn gleichzeitig ein Mg-Atom durch ein Al-Atom ersetzt wird.

Die einzelnen Glieder der Chloritgruppe liegen auf der Geraden Spt—Am.

Es sei nebenbei bemerkt, daß die ganz ähnliche kristallographische Gleichwertigkeit TiO_3Mg ($\overset{II}{Fe}$) = Fe_2O_3 (Al_2O_3) auch die Erklärung des Eintrittes von kleineren Mengen Ti in den Bau gewisser Silikate, wie Melanit (etwa $[SiO_3Ca . SiO_2 . Fe_2O_3] . SiO_4Ca_2$), Titanangit, gibt.

In der Granatgruppe sind jedenfalls die beiden isomorph gleichwertigen Komplexe $[SiO_2 . Al_2O_3]$ und $[SiO_2 . SiO_3Mg]$ nicht in veränderlicher Mischung, sondern in der Form einer Doppelverbindung mit dem konstanten Verhältnis 1 : 1 vorhanden. Pyrop erscheint nahezu als Doppelsalz von Serpentin und Amesit.

Bei Cordierit möchte es fast scheinen, als ob die isomorphe Vertretung $SiO_3Mg—Al_2O_3$ eine Rolle spielen würde. Das Verhältnis der Hauptkomponenten in der angegebenen Formel ist immerhin ein nicht sehr einfaches. Jedenfalls könnte man seinen chemischen Bestand einfacher ausdrücken durch einen Hauptbestandteil $3[SiO_2 . SiO_3Mg] . Al_2O_3$, wobei ungefähr ein Drittel des Bestandes ersetzt wäre durch $3[SiO_2 . Al_2O_3] . Al_2O_3$, gemäß der obigen Zusammensetzung $4[SiO_2 . SiO_3Mg] . 2[SiO_2 . Al_2O_3] . 2Al_2O_3$ (in etwas abgeänderter Schreibweise). Mit den großen Schwankungen in den optischen Konstanten und mit der Paragenese des Minerales in tonerdereichen Gesteinen (z. B. in Tonschieferhornfelsen) würde diese Auffassung gut im Einklang sein.

System $[SiO_2, CaO: Al_2O_3 . H_2O]$: Kalk—Aluminiumsilikate (Fig. 2).

Die einfachsten Mineralien sind bereits in der ersten Mitteilung behandelt. Es ergab sich, daß in ihrem Bauplan der Anorthitrest wiederkehrt. In der Fig. 2 sind sie dargestellt als Stoffe des Systems $[SiO_2 . Al_2O_3]$, SiO_2, CaO [bezw. $Ca(OH)_2$]. Dabei ist also wieder mit der gesamten Menge Al_2O_3 die entsprechende Menge SiO_2 verbunden. Der Rest SiO_2 bildet dann die zweite Komponente. Als dritte Komponente figuriert CaO, in gewissen Silikaten statt dessen $Ca(OH)_2$; in den früher mitgeteilten Formeln ist das Nähere ersichtlich. Bei Zeolithen ist der H_2O-Gehalt nicht dargestellt.

Zunächst sei eine Gesetzmäßigkeit in der Zusammensetzung der Kalkzeolithe erwähnt, welche sich bei dieser Art der Darstellung ihres Bestandes ergibt. Je größer die Zahl der mit dem Anorthitrest verbundenen SiO_2-Moleküle ist, um so größer ist auch die Zahl der H_2O-Moleküle, wie folgende Tabelle zeigt (den wasserfreien Anteil als Anorthit zusammengefaßt):

Lawsonit = [Anorthit] . $2H_2O$ (?),
Skolezit = [„] . $SiO_2 . 3H_2O$,
Laumontit = [„] . $2SiO_2 . 4H_2O$,
Heulandit = [„] . $4SiO_2 . 5H_2O$,
Stellerit = [„] $5SiO_2 . 7H_2O$

Desmin und Chabasit sind wegen ihres beträchtlichen Na-Gehaltes nicht umgeführt.

Es deutet diese Gesetzmäßigkeit in Verbindung mit dem bekannten Verhalten des Zeolithwassers offenbar darauf hin, daß mit Vergrößerung des Gesamtkomplexes der Raum für die Einlagerung von H_2O-Molekeln in den Gitterbau immer größer wird.

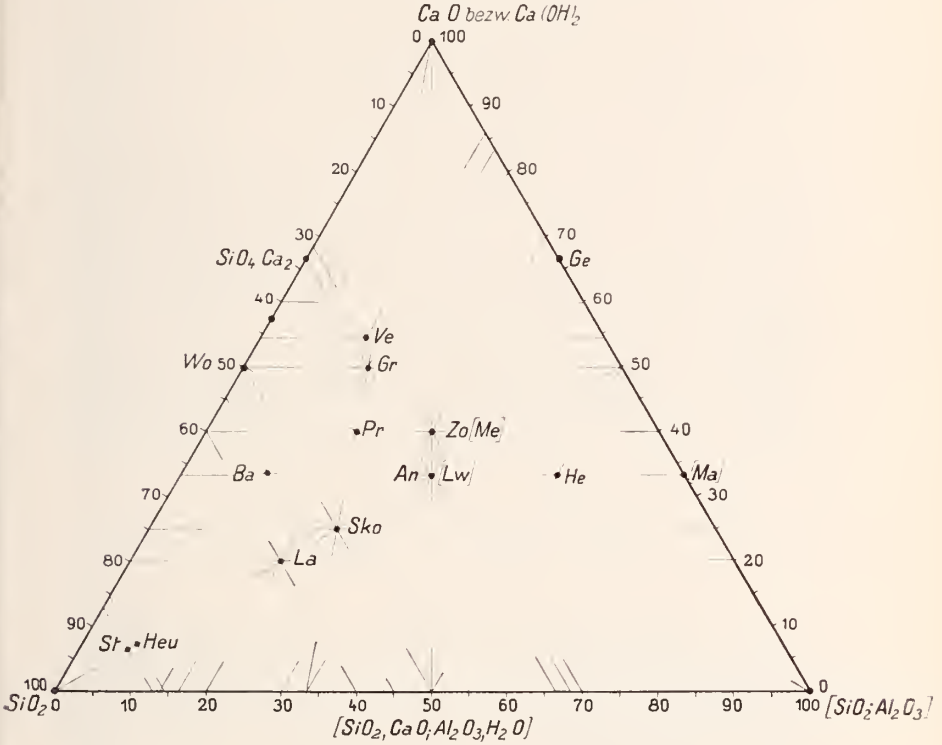


Fig. 2. Übersicht der Ca-Al-Silikate.

Es bedeuten hiebei: Wo = Wollastonit, Ma = Margarit, Ge = Gehlenit, Ve = Vesuvian, Gr = Kalktongranat, Pr = Prehnit, Zo = Me = Zoisit bezw. Mejonit, An = Lw = Anorthit bezw. Lawsonit, La = Laumontit, Sko = Skolezit; ferner, in der früheren Mitteilung noch nicht erwähnt:

Lw = $Si O_2 . [Si O_2 . Al_2 O_3] . Ca(OH)_2 . H_2O$ . . . . Lawsonit,

Ba = $[Si O_3 Ca . [Si O_2 . Al_2 O_3]] . 2 Si O_3 Ca . 2 Si O_2 . H_2O$ Bavenit,

Heu = $[Si O_3 Ca . [Si O_2 . Al_2 O_3]] . 4 Si O_2 . 5 H_2O$ . . . . Heulandit,

St = $[Si O_3 Ca . [Si O_2 . Al_2 O_3]] . 5 Si O_2 . 7 H_2O$ . . . . Stellerit,

He = $2 [Si O_3 Ca . [Si O_2 . Al_2 O_3]] . Al_2 O_3$ (?) . . . . . Hellandit.

Zur Ergänzung der paragenetischen Beziehungen sei noch nachgetragen, daß die SiO_2-reichen Zeolithe, Stellerit, Heulandit und Bavenit mit besonderer Häufigkeit neben Quarz, z. B. auch auf Klüften saurer Gesteine, vorkommen, wie es auch in ihrer Lage im Diagramm zum Ausdruck kommt. Produkte überhitzter Lösungen, erscheinen sie ausgeprägt als echte Doppelverbindungen, deren eine Komponente SiO_2 ist.

Lawsonit kommt neben Margarit vor. Sein Komplex ist daher am wahrscheinlichsten $[SiO_2 . Al_2O_3] . Ca(OH)_2 . SiO_2 . H_2O$, vom Prehnitkomplex nur dadurch verschieden, daß letzterer $1\,SiO_3Ca$ mehr und dafür $1\,H_2O$ weniger enthält.

Hellandit ist das einzige Ca-Al-Silikat mit einem Überschuß an dreiwertigen Oxyden, wobei Al_2O_3 stark zurücktritt zugunsten seltener Erden. Es ist nicht möglich, mit einiger Sicherheit Aussagen über die Konstitution zu machen. Gleiches gilt für den im kubischen System kristallisierenden Beckelith, in der Hauptsache $3\,SiO_3Ca . 2\,Ce_2O_3$.

Die Beziehungen in der Gehlenit-Melilith-Gruppe sind nach den Untersuchungen von Ferguson und Buddingtox höchst einfache. Es ist hiebei zwar nur das System

$[SiO_2 . Al_2O_3] . 2\,CaO$ (Gehlenit) — $2\,SiO_3Ca . MgO$ Äckermannit

in seiner Mischkristallbildung berücksichtigt. Natürlicher Melilith scheint außerdem häufig noch Natrium zu enthalten. Ist dieser Befund richtig, dann liegen der Gruppe folgende isomorphe Komponenten zugrunde:

$[SiO_2 . Al_2O_3] . 2\,CaO$ (Gehlenit),
$[SiO_2 . SiO_3Mg] . 2\,CaO$ (Äckermannit),
$[SiO_2 . SiAlO_3] . NaCaO_2$.

Wie die beiden letzteren Komplexe aus dem ersteren hervorgehen, ist aus bekannten Isomorphiefällen bei Silikaten ersichtlich. Im ersten Komplex besteht die schon bei der Chloritgruppe in ihrer Bedeutung hervorgehobene Gleichwertigkeit $SiO_3Mg = Al_2O_3$. Deren Bedeutung bei Silikaten ist damit durch ein neues, höchst klares Beispiel erhärtet.

Zum zweiten Fall ist zunächst zu bemerken, daß man sich natürlich an der Schreibweise nicht zu stoßen braucht. Der Eintritt von Na an Stelle von Ca ist durch den im System Albit-Anorthit hinreichend gekennzeichneten Fall der Gleichwertigkeit von Si ... Na = Al ... Ca zu erklären. Der Inhalt dieser Gesetzmäßigkeit ist folgender: In einem Silikatkristall kann ein Al-Atom ersetzt werden durch ein Si-Atom, wenn gleichzeitig ein Ca-Atom ersetzt wird durch ein Na-Atom. Dieser Satz und seine Umkehrung hat eine selten große Bedeutung für die Bildung isomorpher Mischkristalle bei Silikaten. Die einzige vollständige Mischkristallreihe im Bereich der Silikate (Plagioklase) beruht gerade auf ihm. In der Amphibol- und Pyroxenreihe ist er ebenfalls wirksam.

Es sei noch bemerkt, daß die Möglichkeit besteht, wenigstens theoretisch, daß in unserem Komplex auch die zweite Gruppe AlCa noch in gleicher Weise ersetzt würde. Doch ist diese praktisch ohne Bedeutung, da es sich nur um begrenzte isomorphe Vertretung handelt und die Frage nach den reinen Komponenten müßig ist.

Die Zusammensetzung der beiden ersten Komplexe ist 21,9 % SiO_2, 37,2 % Al_2O_3 und 40,9 % CaO, bezw. 44,1 SiO_2, 14,7 MgO und 41,2 CaO. Darnach wäre in den alkalifreien Melilithen der Kalkgehalt konstant, SiO_2 würde zunehmen mit steigendem MgO- und abnehmendem Al_2O_3-Gehalt. Die zweite Art der isomorphen Gleichwertigkeit AlCa = SiNa bewirkt natürlich ebenfalls eine Erniedrigung des Al_2O_3-Gehaltes, was auch in den Analysen zum Ausdruck kommt, ebenso wie die Tatsache, daß nur in diesen Na-haltigen Melilithen auch der Gehalt an CaO niedrigere Werte annimmt. Tatsächlich erkennt man diese Regel, wenn man die bisher vorliegenden Melilithanalysen ansieht. Weniger einwandfrei ist die Deutung der Analysen von Gehlenit. Es bereitet Schwierigkeiten, die größere Zahl von Analysen in dieser Gruppe mit den obigen einfachen Komplexen in Einklang zu bringen und man könnte angesichts der relativen Kleinheit der Komplexe an der Möglichkeit solch weitgehender Mischbarkeit zweifeln. In wesentlich größeren Komplexen aus der Reihe der hier behandelten Mineralien ist diese jedenfalls oft nicht ausgeprägt. Mit dem Komplex

$$2\left[[SiO_2 . Al_2O_3] . 2\,CaO\right] . SiO_3Ca$$

und den entsprechenden in der Mischkristallbildung nach obiger Art gleichwertigen lassen sich einige neuere Analysen befriedigen (Gehlenit von Velardeña nach Wright; Melilith, künstlich, nach Forqué).

Jedenfalls ist sicher, daß im Komplex der Gehlenit-Melilithgruppe den beiden oben genannten Fällen von Isomorphie eine besondere Bedeutung zukommt. Sie sind ungleich wichtiger für die Mischkristallbildung bei Silikaten als direkte Vertretung Ca—Mg oder Ca—Na_2. Nach unserer Kenntnis vom Verhalten der zweiwertigen Metalle in der Granatgruppe vertreten sich Ca und Mg direkt höchstens innerhalb sehr enger Grenzen. Noch viel weniger ist die Isomorphie Ca—Na_2 zu erwarten.

Andere Kalksilikate sind vorwiegend höchst einfach gestaltete Doppelverbindungen von SiO_3Ca, bezw. SiO_4Ca_2 mit anderen einfachen Silikaten oder Stoffen. Von der Amphibol- und Pyroxengruppe soll an dieser Stelle abgesehen werden. Dagegen erhalten wir folgende Tabelle von Ca-haltigen Mineralien:

$CaO . TiO_2$	Perowskit,
$SiO_3Ca . TiO_2$	Titanit,
$2\,SiO_3Ca . MgO$	Ackermannit,
$SiO_3Ca . BO_2H$	Datolith,

$SiO_3Ca \cdot Zn(OH)_2$ . . . . . Klinoedrit.
$SiO_3Ca \cdot CaF_2$ . . . . . Custerit,
$2SiO_3Ca \cdot (BO_2)_2Fe$ . . . . . Homilit,
$SiO_3Ca \cdot NaF \cdot SiO_3Be$ . . . . . Leukophan,
$SiO_4Ca_2 \cdot NaF \cdot 2SiO_3Be$ . . . . Melinophan,
$2SiO_4Ca_2 \cdot [SiO_2 \cdot ZrO_2] \cdot NaF$ . . Hiortdahlit,
$2SiO_2 \cdot (BO_2)_2Ca$ . . . . . Danburit,
$[SiO_3Ca \cdot [SiO_2 \cdot Al_2O_3]] \cdot [SiO_2Ca \cdot BO_2H] \cdot SiO_3(Fe, Mn, Mg)$ Axinit.

Axinit erscheint hier als weitere Vereinigung von 1 Enstatit + 1 Datolith + 1 Anorthit. Ebenso kann er, abgesehen von $1H_2O$, als Vereinigung von Prehnit mit BO_2H und SiO_3 (Fe, Mn, Mg) aufgefaßt werden und würde darum im Diagramm mit Punkt Pr ($+ BO_2H$) zusammenfallen. Die Paragenese stimmt dazu; man kennt Axinit neben Wollastonit, neben Datolith und noch mehr neben Zeolithen oder Prehnit als Träger des Anorthitrestes und oft auch neben Asbest.

Auch bei Axinit ist die Möglichkeit einer Wirkung der isomorphen Gleichwertigkeit $SiO_3Mg = Al_2O_3$ bezw. hier vor allem $SiO_3Fe = Al_2O_3$, in Betracht zu ziehen. Leider fehlen vorerst Mittel, um festzustellen, ob eine derartige Vertretung vorhanden ist und dann auch insbesondere um festzustellen, in welchem Umfang dieses der Fall sein würde. Vor allem ist die Zahl der gut analysierten Vorkommnisse gering. Die Art von Isomorphie ist aber doch so mannigfaltig in Silikaten wirksam, daß wir den Versuch nicht unterlassen wollen, auf dieser Grundlage die Konstitution des Minerales zu deuten. Das Ergebnis wäre dabei eine höchst einfache Zusammensetzung des Axinites, nämlich etwa eine isomorphe Mischung der beiden Komponenten

$2[SiO_2 \cdot Al_2O_3] \cdot [SiO_3Ca \cdot BO_3HCa]$ und
$2[SiO_2 \cdot SiO_3(Fe, Mn, Mg)] \cdot [SiO_3Ca \cdot BO_3HCa]$.

Die obige Formel entspricht dem Verhältnis 1 : 1 der beiden Komponenten. Es läge also im Axinit nur ein kurzes Stück aus der Mitte der Reihe der isomorphen Mischkristalle der beiden unbekannten Hauptbestandteile vor.

Die nach den bisherigen Analysen geltende Konstanz des Verhältnisses 4 Si : 1 B läßt es nicht als wahrscheinlich erscheinen, daß die genannte Art von Isomorphie in größerem Umfang im Axinitkristall wirksam sei. Gegen diese Deutung spricht dann auch die Tatsache, daß in Ca-reichen Silikaten, z. B. im Anorthit, Zoisit, Granat diese Art von isomorpher Vertretung sich nicht geltend macht, trotz Paragenese mit Mg-haltigen Mineralien. Auch die optischen Konstanten scheinen wenig veränderlich zu sein. Darum bleibe es einstweilen bei der oben zuerst angeführten Formel. Dagegen scheint die oben gemachte Anwendung des gleichen Prinzipes auf den Cordierit ungleich größere Wahrscheinlichkeit zu haben.

Nach der Übersicht der Ca-Silikate, welche auch nichtsilikatische Komponenten enthalten, erscheint das einfache Calciummetasilikat ganz außerordentlich befähigt, sich mit anderen einfachen Komplexen zu Doppelverbindungen zu vereinigen, im eingangs erläuterten Sinne, d. h. im Phasengleichgewicht Kristall — Lösung (bezw. Schmelze).

Nachtrag. In der ersten Mitteilung ist bei der Formel für Dumortierit BO_2H weggeblieben. Die Zusammensetzung dieses Minerales ist also, im Einklang mit den paragenetischen Beziehungen zu Andalusit, Sillimanit oder Disthen: $3[SiO_2 . Al_2O_3] . Al_2O_3 . BO_2H$. Zu beachten ist ferner die nahe Beziehung zu Cordierit und die Paragenese mit demselben; pegmatitisch außerdem in Paragenese mit Korund.

Ferner: Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß die kristallographische Gleichwertigkeit $SiO_3Mg\,(\overset{\text{II}}{Fe}) = Al_2O_3$ auch bei der Zusammensetzung weiterer Mineralien wirksam sein wird. Als solche kämen zunächst Prismatin, Sapphirin, vielleicht auch Staurolith in Betracht. Ihr stofflicher Bestand könnte damit voraussichtlich auf wesentlich einfachere Formeln gebracht werden. Die vorliegenden Analysen reichen für diese Anwendung allerdings nicht aus. Sapphirin z. B. käme sehr nahe einer isomorphen Mischung $3Al_2O_3 . MgO$ und $3SiO_3Mg . MgO$, etwa im Verhältnis 3 : 2, bei der Annahme, daß diese Vertretung hier in größerem Umfange stattfinden sollte.

Ein Beitrag zur Altersfrage der Hegau-Basalt-Vulkane.

Von **H. Reck** und **W. O. Dietrich** in Berlin.

(R.) Es ist außerordentlich auffallend, wie stiefmütterlich bisher das Hegauvulkangebiet in der Literatur behandelt wurde; um so auffallender, als es nicht nur unmittelbarer Nachbar und naher Verwandter des so eifrig durchforschten Albvulkangebietes ist, sondern auch landschaftlich überaus reizvoll, und dank der vorzüglichen Erhaltung seiner charakteristischen Eruptivformen, einen für deutsche Lande seltenen, eigentümlichen, eben überwiegend vulkanischen Landschaftstypus veranschaulicht. Aber wir kennen in der Tat heute noch weniger von der Physiographie und dem genetischen Mechanismus dieser Vulkane, als wir von dem Bilde ihrer Gesteinssplitter u. d. M. schon seit geraumer Zeit wissen.

Neues Material über die Geologie der Hegauvulkane soll eine umfassendere Arbeit in Bälde bringen. Ich muß zum Verständnis des hier Folgenden daraus nur den einen Satz vorwegnehmen, daß

ich der in Deecke's[1] neuem großem Werk über die Geologie und Morphologie von Baden aufgestellten Auffassung, daß die Basalte des Hegaus Stromreste unbekannten Ursprungs und sozusagen nur Teile eines umgekehrten Restreliefs einer tertiären Landschaft seien, nicht beitreten kann, vielmehr die Basalte des Hegaus in allen wesentlichen Vorkommen als Teile der ursprünglichen Vulkanbauten selbst bezw. der darunter gelegenen Förderwege ansprechen muß.

Wie Geologie und Morphologie des Vulkangebietes so schwebte auch bis vor kurzem die genauere Altersbestimmung der Vulkane noch völlig im Dunkeln. Die allgemeine Bestimmung, daß die Hegaueruptionen obermiocän sind und mit Ausläufern vielleicht noch in den Beginn des Pliocäns hinübergreifen, ist längst bekannt. In diesem Jahre aber erst haben Ehrat und Jooss[2] eine schärfere Erfassung gebracht: „Im Hegau fanden die vulkanischen Ausbrüche im Sarmatien[3] statt."

Die Grundlage dieses Satzes ist allerdings noch keine sehr breite. Sie beruht auf 6 Lokalitäten, von denen 4 im Phonolithgebiet und nur 2 im Basaltgebiet liegen. 3 von den Lokalitäten ergaben nur je eine Spezies, 1 ergab zwei, und 2 Fundpunkte drei Spezies von Schnecken. Das muß zur Vorsicht bei Verallgemeinerungen mahnen, trotzdem der Gesamtzug dieser Faunenbruchstücke ein sehr einheitlicher und geschlossen auf das oben genannte Alter hinweisender ist. Diese Ehrat-Jooss'sche Grundlage soll nun hier nicht nur etwas verbreitert, sondern auch darauf geprüft werden, wie weit die vulkanische Tätigkeit diesen sarmatischen Horizont füllt, oder ob der Vulkanismus nach oben oder unten auch über diesen Horizont hinausgreift, denn der rein paläontologische Beweis umfaßt doch, vorsichtig ausgedrückt, nur den durch Fossilien belegten Teil des vulkanischen Zyklus.

Der auf paläontologischem Wege so als der vulkanisch-aktive geologische Horizont des Hegaus gekennzeichnete Komplex läßt sich paläontologisch nicht mehr weiter gliedern. Einen feineren Zeitmesser liefern aber hier die Basaltvulkane selbst, deren phasenweise Entstehung den geologischen Horizont in zeitliche Teilabschnitte gliedert. Es ist Sache der erwähnten in Vorbereitung befindlichen Arbeit, diese Phasen darzulegen und zu begründen. Hier sei nur gesagt, daß der paläontologisch belegte Teil ihrer

[1] Vgl. bes. Deecke, Morphologie von Baden (Bd. III), 1918, p. 29—31.

[2] Ehrat und Jooss, Das Alter der vulkanischen Tuffe im Kirchheim—Uracher Gebiet und im Hegau. Geolog.-paläontolog. Mitteil. No. 1. Stuttgart 1921.

[3] Wir gebrauchen gemäß Vereinbarung in der hiesigen paläontologischen Vereinigung grundsätzlich nicht die fremdsprachlichen Ausdrücke in ihrer ausländischen Form, sondern passen sie unserem Sprachgefühl auch im Ausdruck an. So sprechen wir beispielsweise nicht vom Sarmatien, sondern von sarmatischem Alter.

Folge lediglich eine ältere, erste Eruptivphase umfaßt, daß aber eine zweite, jüngere, damit noch altersunbestimmte übrigbleibt, wenn auch mancherlei Gründe dafür sprechen, daß sie sich — geologisch gesprochen — in einheitlicher Folge an die erste Phase zwar nahe, aber doch deutlich trennbar, anschließt.

Und auch nach unten ist es keineswegs sicher, ob und wieweit der *Sylvestrina*-Horizont — denn man kann *Cepaea sylvestrina* wohl als das Leitfossil dieses Horizontes hier wie in Kirchheim ansprechen — auch den tatsächlichen Anfang der Eruptionen mit umfaßt.

Ich habe nun versucht, die Beobachtungen vergleichend zusammenzustellen, welche geeignet erscheinen, Licht auf eine genauere Festlegung der zeitlich bislang so wenig scharf erfaßten Grenzen dieser Eruptionen zu werfen.

Sicher ist, daß alle Eruptionen jünger sind als die grobe, noch mittelmiocäne Juranagelfluh, die ihrerseits nicht nur nach unten sandige und sandig-kalkige Übergänge in typische Meeresmolasse zeigt, sondern in sehr ausgesprochenem Maße besonders nach Süden hin in ihren hangenden Teilen ohne scharfe Grenze in die überwiegend feinsandigen Sedimente der oberen Süßwassermolasse, also das Obermiocän, übergeht.

Dieses sandige bis sandig-tonig-kalkige, lokal rein kalkige Obermiocän wechsellagert im Phonolithgebiet mit Tuffen und hat an einer ganzen Anzahl von Stellen, die durch neue Funde noch vermehrt sind, Öhninger, also sarmatische Fauna und Flora ergeben. Ich kann hier die nachzuprüfende Vermutung nicht unterdrücken, daß ein großer Teil der in der Literatur als „aus dem Tuff" angegebenen Fossilien aus den sedimentären Zwischenschichten der Tuffe stammt, was zwar an ihrer paläontologischen Bedeutung für die Alters- und Artbestimmung nichts ändert, geologisch aber doch für genetische Fragen immerhin recht wissenswert wäre.

Diese samt den Tuffen stets über Molassesandstein, dem südlichen Teiläquivalent der Juranagelfluh gelegenen Zwischenschichten, die überwiegend fossilfrei oder fossilarm sind, sind doch jedenfalls durch die lokal gemachten Fossilfunde und den ganzen Lageverband als sarmatischen Alters genügend gekennzeichnet. Sie sind aber auch teilweise rein petrographisch sehr gut charakterisiert und können mit keinem anderen als älter oder jünger bekannten Hegaugestein verwechselt werden. —

Es ist das besonders die Fazies sehr harter, meist mäßig dünnblättrig geschichteter, oft lamellös bis sinterig struierter, graugelber unreiner Kalke, welche nirgends in weithin aushaltender Flächenerstreckung, dafür aber in verschiedenen Niveaus der phonolithischen Tuffdecke lokal häufig auftreten und sich damit wohl am besten als Kalkablagerungen in einstigen Süßwassertümpeln oder Seen erklären.

Sie sind in ihrem Vorkommen nun nicht ausschließlich an die flächenhaften Tuffanschüttungen des Phonolithgebietes gebunden, sondern kehren meist fossilfrei in genau gleicher Ausbildung im benachbarten nichtvulkanischen wie im basaltischen Vulkangebiet wieder. So treffen wir sie z. B. in letzten Resten auf der Spitze des Bisberges, unweit Watterdingen, dessen runde Flachkegelform sich wohl gerade aus der schützenden Dachwirkung der harten Kalke ableitet, weitab von jedem Eruptivgestein. Und wir treffen sie wieder als Kranz um den Kraterkessel des sonst von Eruptiven freien Explosionskraters des ähnlich geformten Wannenberges bei Thengen — beide Male klar über der Juranagelfluh gelegen.

Ich habe mit diesen Angaben von der Bedeutung des lithologischen Momentes bei diesen Kalken schon Gebrauch gemacht. Petrographischer Habitus ist zwar zu Vergleichen stets mit großer Vorsicht zu gebrauchen, ich glaube aber doch ihn bei der stratigraphischen Stellung und klaren Charakteristik der Gesteine hier in Ermangelung von Fossilien verwenden zu dürfen, ohne daß damit die Gefahr einer Verwechslungsmöglichkeit und einer Vergleichung von Ungleichwertigem nahegerückt wird.

Dehnen wir den Vergleich nun auch noch auf die sedimentären Sockel der Basaltvorkommen aus, so ergibt sich folgendes:

Am großen Hohenstoffeln-Pfaffwiesenmassiv sehen wir von Osten schräg unterhalb des kleinen Homboll-Nebenvulkans ungestörte Schichten der genannten Kalke in nahezu horizontaler Lage sich am Bau der Unterlage der Vulkane beteiligen. Wenig weiter oben am Hang treffen wir dieselben Kalke, nur kontaktmetamorph verändert (besonders stark splitterig und dichter geworden) neben Tuffen vereinzelt als Auswürfling des Homboll wieder.

Der Kalk sarmatischen Alters ist hier also älter als die Eruption. Andrerseits aber treffen wir sarmatische Fossilien in den im Folgenden bearbeiteten Stücken aus den Tuffmantelresten des Hohenstoffelnvulkans. Der Beginn der Eruptionen deckt sich hier zeitlich nicht mit dem Beginn des Sarmaticums. Die Eruptionen sind jünger sarmatisch.

Ganz Analoges zeigt der Hohenhöwen:

Unter seinen Tuffen kennen wir längst als direkt Hangendes der Juranagelfluh Schichten, welche, lokal stark mit Gips imprägniert, außer Wirbeltierresten eine altbekannte typisch sarmatische Schneckenfauna ergeben haben. Auch neue Fossilfunde, die Herr Lehrer Oeus in Anselfingen gemacht und mir liebenswürdigerweise überlassen hat, bestätigen dies. Daß der Gips keinen durchstreichenden, selbständigen Horizont darstellt, sondern eine lokale vulkanische Bildung, das Produkt einer Solfatarentätigkeit ist, wird an anderer Stelle darzulegen sein. Wahrscheinlich etwas über dem Gips, jedenfalls aber nicht tiefer als er, liegen wiederum

Kalke vom typischen Habitus der bereits genannten. Diese Kalke und der Gips sind nicht in unmittelbarer Berührung, aber doch z. T. sehr nah benachbart am nördlichen Bergsockel beobachtet. Es ist daher sehr leicht möglich, daß sich die beiden Gesteinskomplexe z. T. vertreten, d. h. daß ein Teil der Kalke unter dem Einfluß thermaler Wirkungen entweder in anderer Form zum Absatz kam (es liegt mir ein Stück dolomitischen Kalkmergels mit *Cepaea sylvestrina geniculata* vor) oder nachträglich verändert wurde.

Ehrat und Jooss bringen nun aber mit sehr bestimmter Angabe auch sarmatische Fossilien aus dem Tuff des Hohenhöwen selbst zur Sprache.

Das ergibt genau das gleiche Bild wie am Hohenstoffeln: Sarmatische Kalke unterlagern den Vulkan, sarmatische Tuffe bilden Teile seines Mantels.

Also auch hier: Der Beginn der Eruptionen deckt sich zeitlich nicht mit dem Beginn des Sarmaticums. Die Eruptionen sind jünger, aber auch noch sarmatisch.

Zum Teil analog, aber in einem wichtigen Punkt das zeitliche Bild ergänzend, liegen die Verhältnisse am Höwenegg. Dort hat — was Ehrat und Jooss aus mir unbekanntem Grunde leider nicht in ihre Zusammenstellung aufgenommen haben — Erb[1] im Tuffmantel der Burgstallkuppe, einem Teil der Höweneggvulkangruppe, nach Mayer-Eymar's Bestimmung „*Clausilia antiqua*", „*Hyalina crystallina*" und „*Helix* cf. *nitens* L." gefunden. Ferner gibt Deecke aus dem südlichen Vorlande des Vulkans Kalkmergel mit vulkanischen Auswürflingen vermischt und auf Tuffresten des Höweneggmantels ruhend an mit *Helix* sp., *Clausilia* sp., *Pupa Buchwalderi* Grep. und einen *Rhinoceros*-Knochen[2].

Der paläontologische Befund besagt hier also einstweilen zwar nichts über die Zeit des Beginns der Eruptionen, wohl aber, daß die ältere explosive Eruptionsphase das Sarmaticum nach oben nicht ganz ausfüllte, da nach ihrer Tuffbildung noch die sarmatische Fauna zusammen mit Spuren vulkanischer Tätigkeit am Vulkan lebte. —

Es liegt endlich noch ein letztes fossilführendes Vorkommen vom Hinterried bei Geisingen vor. Es wird von Ehrat und Jooss gemeinsam behandelt, tatsächlich aber liegen zwei getrennte Vorkommen vor, was deshalb beachtlich erscheint, weil sie verschiedener Genese sind.

Das eine ist im vulkanischen Tuff, der spaltenartig im Malm am Hang der Mooshalden auftritt. Ehrat und Jooss haben hier fossile Schnecken gefunden und beschrieben; es sei aber erwähnt,

[1] J. Erb, Die vulkanischen Auswurfsmassen des Hegaus. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 1900. p. 7.

[2] Siehe Liste am Schluß.

daß schon vor ihnen Schalch [1] auch aus dem Tuff Fossilien nachgewiesen hat, und zwar muß nach Schalch's Angabe der Liste der neuerdings bestimmten Fossilien auch für diese Lokalität das charakteristischste Tuffleitfossil des Sarmaticums hinzugefügt werden, nämlich *H. (Cepaea) geniculata* Sandb.

Das andere Vorkommen liegt nicht weit von dem oben genannten in einem Süßwasserkalk, der nach Schalch's Beschreibung dem hier in seinem Auftreten verfolgten, sarmatischen Süßwasserkalk zu entsprechen scheint. Ihm sind neben den Fossilien auch vulkanische Auswurfsprodukte beigemengt, welch erstere ebenfalls sarmatischen Alters sind.

Also auch in diesem Fall liegen Reste einer sarmatischen Fauna in einem mit den Eruptionen gleichaltrigen Kalk und gleichaltrige Reste in reinvulkanischen, benachbarten Tuffen vor, deren Herkunft und Ursprungsort, wenn sie auch Wartenbergtuffen ähnlich sind, doch als völlig ungewiß zu bezeichnen ist. Auch hier also wohl eine geologisch-paläontologische Einheit des Vorkommens, aber trotzdem keine notwendige, absolute zeitliche Einheitlichkeit der beiden Lokalitäten im strengsten Sinne.

Hier muß zudem eine Überlegung anknüpfen, die zur Vorsicht mahnt. Die zeitliche Phasenscheidung in der Genese der Hegauvulkane ist eine scharfe. Ebenso scharf kennzeichnet sich der ganze Vulkanismus des Gebietes als eine geschlossene geologische Einheit. Es ist also ein gegliederter Entwicklungszyklus, der in dieser Einheit abläuft, aber seine nach Formen und Abstammung sehr gleichartigen Glieder sind selbständige Individuen, die nicht notwendig alle ihre Tätigkeit — in absolutem Zeitmaß gemessen — gleichzeitig aufgenommen oder beendet haben. Ein solcher in parallelen Bahnen verlaufender, aber zeitlich gestaffelter Ablauf eines vulkanischen Gesamtzyklus ist ein sehr häufig auch an rezenten Vulkangebieten heute noch festzustellender Vorgang.

Gerade die scharfe Phasengliederung des Ganzen bei einheitlicher Formenentwicklung kennzeichnet scharf die Einheit des Zyklus.

Aber bei solcher zeitlicher Untergliederung innerhalb eines geologischen Horizontes muß besonders berücksichtigt werden, daß, nach absolutem Zeitmaß gemessen, die prävulkanische Unterlage des einen Vulkans zeitlich ebensogut teilweise noch der ersten Eruptivphase eines anderen, wie diese Teilen etwa der zweiten Phase eines dritten Vulkans entsprechen kann.

Wir sehen den Fall heute beispielsweise an den Hawaivulkanen verwirklicht, daß gleichzeitig nur einzelne Essen tätig sind, andere aber unter Durchlebung genau der gleichen genetischen Phasen, entweder schon weiter oder noch nicht so weit entwickelt sind.

[1] Schalch, Erläuterungen zu Blatt Geisingen der geol. Spezialkarte des Großherzogtums Baden. Heidelberg 1909. p. 53.

Die Phasengliederung der Vulkane des Hegaus gibt also nur jeweils für einen Vulkan absolut zeitlich gesonderte Abschnitte, gestattet aber nicht ohne weiteres die streng zeitliche Parallelisierung gleicher vulkanischer Formen, sondern bestimmt nur den Rhythmus der Entwicklung.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergibt sich einerseits eine Bestätigung des Erbat-Jooss'schen Satzes vom Alter der Hegauausbrüche, andererseits kann gesagt werden, daß von den verschiedenen Stadien der Entwicklung des Vulkangebietes nur zwei paläontologisch belegt sind. Eine prävulkanische und eine explosive, ältere, vulkanische Phase. Beide gehen zeitlich wohl ineinander und in die vorhergehenden wie nachfolgenden über. Beide Phasen zusammen füllen jedenfalls das Sarmaticum im Zeitraum ihrer Hauptentfaltung nicht voll aus. Da der geologischen Einheitlichkeit im Aufbau der Formen aber nicht notwendig eine absolute Gleichzeitigkeit der Erscheinungen entspricht, bleibt die Möglichkeit der Existenz zeitlich vermittelnder Bindeglieder zwischen den genetischen Hauptphasen offen.

Das zeitliche Gesamtbild des Sarmaticums scheint nach dem Gesagten eine generelle Gliederung in dem Sinne zu ergeben, daß das tiefere Sarmaticum noch wesentlich vulkanfrei war, daß im Mittelsarmaticum eine Eruptivphase explosiver Tätigkeit herrschte, während im jüngeren Sarmaticum bis ins Pliocän hinein nach einer Ruhepause ein Neuaufleben des Vulkanismus stattfand, bei dem ruhiges Aufsteigen von Basalten vorwaltete, dem rasches Erlöschen der vulkanischen Tätigkeit folgte. —

Aber es dürfte klar sein, daß das Wenige, was wir dank paläontologischer Funde heute vom genaueren Alter der Hegauvulkane wissen, noch dringend der Ergänzung bedarf. Besonders in der Beziehung, daß jeder der Vulkane zunächst noch individuell in seinem Alter bestimmt werden sollte, um zu einem Urteil über die Gleichzeitigkeit oder die zeitliche Folge der Tätigkeit der einzelnen Essen zu kommen.

Gerade einer der größten der Basaltvulkane aber, der Hohenstoffeln, hatte bisher überhaupt noch kein Fossil für seine individuelle Altersbestimmung ergeben, weder aus seiner tertiären Grundlage, noch aus seinen Manteltuffresten. —

Ich war daher sehr erfreut, als ich im vergangenen Sommer anläßlich einer vulkanischen Studie im Hegau von seinem Nordhang die ersten Fossilien mit heimbringen konnte, deren paläontologische

Bearbeitung, die Herr Kollege Dietrich so liebenswürdig war zu übernehmen, im folgenden angeschlossen ist.

Der Fundpunkt liegt im großen Erdrutschgebiet des Jahres 1919 schräg unterhalb des großen Stoffelnbasaltbruches. Das Muttergestein ist ein stark zersetzter rötlichbrauner toniger Tuff von überwiegend feinem Korn, und daher der Erhaltung der zarten Schneckengehäuse wohl besonders günstig. Charakteristisch ist das zahlreiche, regellose Auftreten chloritisch aussehender Glimmerschuppen im Gestein. Die Masse ist in sich ungeschichtet, als Ganzes aber ein Glied einer wohl geschichteten Tuffserie, die dem alten Vulkanmantel des Hohenstoffeln angehört. Der Abriß des unteren Teiles des Erdrutsches hat den Mantelrest in wohl 30 m hohem Profil klar erschlossen. Von der Abrißstelle ging der Tuff, in Schuppen sich übereinanderschiebend, zungenförmig am Hang abwärts. Eine dieser Schuppen barg das fossile Material. Während der Bearbeitung stellte sich das Bedürfnis heraus, die von mir heimgebrachten Aufsammlungen zu ergänzen, um zu einem möglichst vollständigen Bild der neuen Fauna zu kommen. Herr Lehrer Vogel aus Weiterdingen hatte auf meine Bitte hin die Liebenswürdigkeit, weiteres Material zusammenzutragen und zu schicken, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte. —

(D.) Von molluskenführenden Basalttuffen sind im Hegau nur wenige Vorkommen bekannt. Ehrat und Jooss nennen in ihrer sehr dankenswerten Zusammenstellung[1] Hohenhöwen und Hinterried bei Geisingen. Um so erfreuter war ich, als mein Kollege Reck am Hohenstoffeln ein neues Vorkommen entdeckte. In dem dortigen Basalttuff kommen in hellbraunen, stellenweise rötlichen, stark zersetzten und daher tonig-kalkigen Basalttuffmassen nesterweise ziemlich reichlich Schnecken vor. In den mir liebenswürdigst überlassenen Aufsammlungen Dr. Reck's bestimmte ich folgende Arten:

Fam. Zonitidae.

1. *Hyalinia subnitens* Kl., häufig.

Fam. Helicidae, Subfam. Pentataeniinae.

2. *Cepaea sylvestrina* Schloth. var., häufig.
3. „ „ *geniculata* Sandb., 1 Ex.

Fam. Vertiginidae.

4. *Torquilla Schübleri* Kl., sehr häufig.
5. *Leucochila* cf. *acuminata* Kl., 1 Ex.

[1] H. Ehrat und C. H. Jooss, Das Alter der vulkanischen Tuffe im Kirchheim—Uracher Gebiet und im Hegau. Geol.-paläontol. Mitt. No. 1 Stuttgart 1921.

Ökologisch zeigt diese Fauna kurznarbigen Rasen, Laubgebüsch und Steine an, woraus sich umgekehrt ergibt, daß nur ein Faunenfragment vorliegt. Weitere Ausbeutung des Fundpunktes dürfte sich also lohnen.

Morphologisch stehen die Formen denen von Steinheim [1] sehr nahe; die Hyalinien unterscheiden sich von der f. *recedens* Gottsch. durch den Mangel an Spiralstreifen. Die Cepaeen sind meist kleine, in der Höhe variable Exemplare. Einige stimmen mit *C. platychelodes* bei Kranz (C.Bl. 1908) überein, ein größeres Stück dürfte der var. *geniculata* entsprechen. Die Torquillen sind deutlich dicht und regelmäßig berippt; sie messen 7—8,5 mm in der Höhe, 3 mm Breite. 8 Windungen. Höhe des letzten Umgangs 2,5 mm. Der Unterschied zwischen *T. Schübleri* var. *grossecostata* Gottsch. und *T. nördlingensis* ist mir nach den Ausführungen von Gottschick und Wenz nicht klar geworden; deshalb die gewählte Bezeichnung. — Von kleinen Pupen fand sich nur ein Exemplar, dessen Mündung sich nicht vollständig vom Gestein reinigen ließ, aber doch so viel erkennen läßt, daß die Gattung gesichert ist. H. 2,1 mm; letzter Umgang ca. 0,8 mm, 5 Windungen, Gehäuse schlank, mit Nabelritze und tiefen Nähten.

Das Fehlen von *Cepaea sylvana* in dem neuen Vorkommen darf auf Grund des vorhandenen Materials wohl behauptet werden; sie fehlt auch in den Phonolithtuffen. Das Alter des Hohenstoffeler Basalttuffes ist daher sarmatisch wie das der Phonolithtuffe. Es ergibt sich somit, daß alle vulkanischen Tuffe des Hegaus, aus denen bisher Mollusken bekannt geworden sind, ein und demselben geologischen Horizont, dem von Steinheim, d. h. obersten Obermiocän (Sarmat) angehören. (Über das Alter der Basalte und Phonolithe siehe Reck, p. 145.)

Das Vorkommen am Hohenstoffeln ist an Landschnecken reicher als alle anderen; nur *Cepaea sylvestrina* und *Torquilla Schübleri* sind schon aus den Hegautuffen bekannt. Außer ihnen werden von Ehrat und Jooss nur noch *Campylaea insignis* (Hinterried) und *Cepaea dentula* (Hohenhöwen) genannt.

Schließlich ist aus dem Basalttuff noch das häufige Vorkommen von kleinen, aber verschieden großen, keulenförmigen Gebilden mit wohlgebildetem glattem Kopf und unscharf von der Gesteinsmasse abgesetztem, meist kurzem Stiel. Es dürfte sich wahrscheinlich um Ausfüllungen von Nestern solitärer, bodenbewohnender Bienen, vielleicht auch um Steinkerne von Bohrgängen, die die in die Erde sich zurückziehenden Schnecken verursachten, handeln.

[1] F. Gottschick und W. Wenz (bezw. F. Gottschick allein), Die Land- und Süßwassermollusken des Tertiärbeckens von Steinheim am Aalbuch. Nachrichtsbl. d. d. malakozool. Ges. **51**. H. 1. 1919 u. folg.

Die Schneckenfauna der vulkanischen Tuffe im Hegau stellt sich nunmehr folgendermaßen dar:

	Mooshalde	Hinterried	Burgstall	Südl. Höwenegg	Hohenhöwen	Hohenstoffeln	Hohentwiel	Hohenkrähen	Mägdeberg	Philippsberg
Hyalinia subnitens	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
Campylaea insignis	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Cepaea dentula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
„ *sylvestrina*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
„ *sylv. geniculata*	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+
„ „ *Gottschicki*	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Triptychia grandis	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
„*Clausilia* sp.“	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Torquilla Schübleri	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.
„*Pupa Buchwalderi*“	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Leucochila cf. *acuminata*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Berlin, Geol.-paläont. Institut d. Universität, im Dez. 1921.

Studien an deutschen Funden der Gattung Monograptus Gein. (Teil I.)

Von **Rudolf Hundt.**

Mit 9 Textfiguren.

Die Erhaltungsart der deutschen Graptolithen ist wenig dazu angetan, mikroskopische Studien an ihnen zu machen. Nur in den allerseltensten Fällen sind bei der gewöhnlichen flächenhaften Erhaltung Feinheiten bewahrt, aus denen man über den Bau der Gattung *Monograptus* genaueren Aufschluß erhält oder gar daran paläobiologische Betrachtungen anstellen kann.

Am ehesten liefern die plastischen Vorkommen in den Phosphoriten, einzelne Anthraziterhaltungsformen, kontaktmetamorphe Gümbeliterhaltungen Material zu genaueren Untersuchungen. Selten sind leider die in Schwefelkies erhaltenen Graptolithen, die besonders R. Richter ein vorzügliches Beobachtungsmaterial geliefert haben. Ein auf sekundärer Lagerstätte gefundener *M. priodon* Bronn von Thomasdorf (Blatt Ruhbank) in Schlesien, der in Kieselsäure erhalten geblieben ist, wurde mir von Herrn Dr. Haack zur Bearbeitung übergeben (Fig. 8, 9), wofür ich ihm auch an

dieser Stelle danke. Die Erhaltungsweise an diesem Stück hat über manche Fragen, wie Zellenbau, paläobiologische Verhältnisse betreffend, Aufschluß gegeben.

Für meine Untersuchungen hatte ich gut erhaltene Monograptiden aus Phosphoriten der Feengrotten bei Saalfeld (Fig. 1—7) und Plauen, aus einem „durch Rutschflächen begrenzten rundlichen Kieselschieferbrocken" von der Grube Maximilian bei Ludwigsdorf unweit Görlitz, Anthraziterhaltungsformen von Willenberg bei Schönau in Schlesien, kontaktmetamorphe Gümbeliterhaltungen aus dem ostthüringischen und westthüringischen Schiefergebirge, und die in Kieselsäure erhaltene Form von Blatt Ruhbank und in unverändertem Gümbelit bewahrten Formen von Gebersdorf im Thüringer Wald zur Verfügung.

Das Material verdanke ich teilweise Geh. Bergrat Prof. Dr. E. Zimmermann in Berlin, Bergrat Dr. Hess v. Wichdorff, Bergrat Dr. Haack und eigenen Aufsammlungen. Allen Herren, die mich mit Material unterstützten, sage ich herzlichen Dank. Dieser Dank gilt auch Herrn Lehrer Albert Pietzsch in Wensickendorf bei Berlin, der die mikrophotographischen Aufnahmen zu den Abbildungen in liebenswürdiger Weise machte.

Da an deutschen Graptolithen bis jetzt solche paläobiologische Studien nur von Richter ausgeführt worden sind, dem das schöne Material — in Schwefelkies erhalten — der Morasina und aus den Phosphoriten Saalfelds zur Verfügung stand, so halte ich es für angebracht, meine Untersuchungen an umfassenderem deutschen Material zu veröffentlichen.

Meine Beobachtungen sollen sich 1. auf den gemeinsamen Kanal, 2. auf die Achse, 3. auf den Zellenbau, 4. auf die Sicula, 5. auf die Häute, 6. auf die Anwachsstreifen beziehen. Es ließ sich dabei ein Rückblick auf die vorhandene deutsche und außerdeutsche ältere Literatur über die gleichen Gegenstände nicht umgehen.

Gemeinsamer Kanal.

Richter machte 1875 den gemeinsamen Kanal, in den die einzelnen Zellen einmünden, zum Träger der „gemeinsamen Nahrungsflüssigkeit". Er ist nach ihm zu einem Oval zusammengedrückt. *Monograptus convolutus, turriculatus, proteus* sollen ihn in bandartiger Form besessen haben. Hier liegt wohl ein Irrtum Richter's vor; denn da meines Wissens in diesen gekrümmten Formen bis jetzt körperlich erhaltene Stücke noch nicht gefunden worden sind, handelt es sich in den bis jetzt der Beobachtung zugängig gewordenen unplastischen Formen lediglich um Zusammendrückungen. Die natürliche Krümmung bei *M. Nilssoni, gemmatus* soll auf die große Schlankheit und geringe Starrheit des Kanals zurückgeführt werden können. Nach meinen unten bei Besprechung der Zellen angeführten Beobachtungen saß die Reaktion auf Verbiegung des

Stockes, wenigstens bei *M. priodon*, wo anders. Nach meinen Feststellungen kann der gemeinsame Kanal durch die Zellquerwände zwar eingeschränkt sein, aber immer bleibt zwischen den Zellquerwänden, die in den gemeinsamen Kanal hineinragen und der dorsalen Wandung ein Zwischenraum, der bei *M. priodon* von Thomasdorf bei Ruhbank größer (Fig. 8, 9), bei *M. colonus, M. Nilssoni?* aus den Phosphoriten von Saalfeld kleiner sein kann. Jedenfalls sind die Zellen bei den Monograptiden in den gemeinsamen Kanal hineingeschachtelt, entweder schrägstehend oder mehr oder weniger senkrecht. Bei einem *Monograptus* sp. (vielleicht auch *Cyrtograptus*) bemerkte ich, wie distalwärts oberhalb der Zellmündung der gemeinsame Kanal eingeschnürt ist, um dann zwischen den einzelnen Zellen wieder die normale Stärke zu erhalten. Die Zellquerwand schnürt an der Stelle ihrer Einmündung in den gemeinsamen Kanal diesen fast ein. An einem *M. colonus* aus den Phosphoriten der Feengrotten konnte ich den gemeinsamen Kanal 1 mm dick feststellen. An allen plastisch erhaltenen, von mir aus den Phosphoritknollen der Feengrotten von Plauen beobachteten Monograpten sah ich einen im Querschnitt ovalen Körper mit größtem Durchmesser von der dorsalen bis zur ventralen Seite hin.

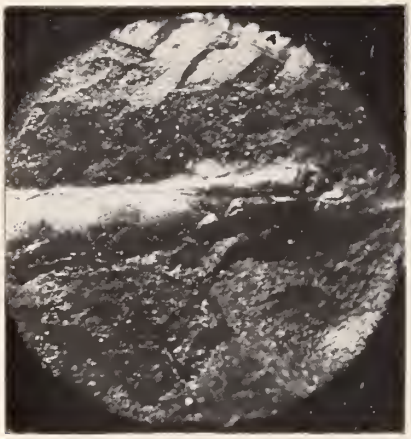
Achse.

Richter hat im Jahre 1851 die Achse bei allen damals bekannten Arten als verändert hingestellt. Nur bei *Monograptus turriculatus* soll sie „konstant" sein. Aus den häufigen Zerknickungen der Monograptiden schloß er auf große Biegsamkeit der Achse. In seinen Veröffentlichungen im Jahre 1875 erkennt er die Achse in einer Rinne liegend, die sich in dem inneren Hautblatte befindet und vom äußeren Doppelblatte bedeckt wird. Die Überlagerung des Achsenstabes durch eine Haut kann ich bestätigen (Fig. 1—3). Die Achse ist in eine linienhaft verlaufende Grube eingelagert. Sie bildet eine kreisrunde Säule (Fig. 3), die lose in der dorsalen Grube liegt und scheinbar unverwachsen mit den Häuten sich vorfindet. Die Achse liegt in der dorsalen Grube nicht vollständig darin, sondern ein Teil ragt kielartig über das normale Oval des ganzen Polypariums heraus. Sie bildet einen festen Stab, der auffälligerweise oft in einzelne Säulchen zerfällt oder der ganz herausgefallen ist, so daß dann bei plastischen Exemplaren oft nur die leere dorsale Grube vorhanden ist (Fig. 2, 3), oder aber bei breitgedrückten Gümbelit- oder Anthraziterhaltungen ein einheitlich, oft quergeklüftetes Band die Stelle verrät, an der die Achse gesessen hat. Die Achse ist das einzige Steife am Polyparium gewesen. Die Häute sind es jedenfalls in dem Maße nicht gewesen wie es die Achse war, denn in vielen, besonders gekrümmten und eingerollten Exemplaren zeigte es sich unendlich viele Male, wie die „solide Achse", die Virgula, in das Perisark, in das Polyparium beim Einbetten durch auflastenden Druck hineingepreßt worden ist.

Dann zeigt die Achse keine dorsale, sondern intraperisarke Lage. Die Achse ist frei von Anwachsstreifen. Sie gibt dem gesamten Polyparium den richtigen Halt und die richtige Festigkeit. Was Gümbel (1879) beobachtet hat, daß bei *M. priodon* und *M. colonus* die Achse aus mehreren „Fasern" oder „Strängen" zusammengedreht ist, konnte ich nicht wieder feststellen. Wenn Perner 1897 von einer „axe solide" als „un bâtonnét élastique de 12/1000 mm pen d'épaisseur et de cours serpentant" spricht, so kann ich das nach meinen Beobachtungen an den deutschen normal erhaltenen Monograpten nicht bestätigen. Schlangenförmig verläuft die Achse nur in verdrückten Einbettungsformen, wo ihr merkwürdiges Verhalten erst nachträglich durch Druck erzeugt wurde. Bei dem *M. Nilssoni*-Rest (vielleicht auch *Cyrtograptus?*) ist die Achse immer da verdickt, wo eine Zelle abzweigt. Perner bildet 1897 einen *M. planus* Barr. var. *concerta* Pern. von Zelkowitz mit eingedrückter Achse ab.

Zellen.

Richter bemerkte 1875, daß die Zellen aus zwei Blättern bestehen, während meine Untersuchungen mir zeigten, daß sie genau aus denselben drei Häuten bestehen, aus denen auch das Polyparium besteht. Gümbel hat schon 1879 in Kalkstein eingeschlossene Monograptiden ausgelaugt und an ihnen festgestellt, daß bei *Graptolitus priodon* an der Mündung der Zellen eine Verdickung vorhanden ist. Er hält die das Skelett aufbauende Masse für biegsam. Daher erklären sich m. E. die merkwürdigen Einbettungsformen. Wiman hat 1892/93 beobachtet, daß die äußere Mündung jeder Theke von *Monograptus dubius* eine kleine Verdickung hat. In seiner Arbeit „Über das Alter des Graptolithengesteins usw." beschreibt Jaekel die *M. priodon*-Zelle mit einer oberen Wand und langem löffelartigen Deckel. Die Mundöffnung nimmt die Hälfte der freien Außenseite der Zellen ein. Die unteren und seitlichen Ränder sind nach auswärts gebogen. Gürich hat an angeschliffenen Diluvialgeschieben und angeätztem Material aus Böhmen Studien über die Form der Zellmündungen an *M. priodon* gemacht. Er sagt: „Die Zelle von *Monograptus* stellt eine subzylindrische Röhre dar, deren äußeres Ende stark zurückgekrümmt ist, aber anders als Barrande es auffaßt. Die Krümmung ist enger, fast ausschließlich von der oberen Zellmündung gebildet, während die untere nur wenig daran beteiligt ist. Eine starke Verjüngung der Zelle, wie Barrande sie annimmt, findet nicht statt. Die Zellmündung ist ungefähr senkrecht zur Richtung der Graptolithenachse gestellt, quer elliptisch, fast so breit wie der Graptolithenstab dick ist und im unverletzten Zustande ganzrandig, meist aber durch Runzelung lappig. Das in Kieselsäure erhaltene Exemplar von Thomasdorf bestätigt im großen und ganzen die Gürich'schen Beobachtungen (Fig. 8, 9). Das scheinbar ganz normal eingebettete Tier, das wohl fast median geschnitten ist, zeigt aber die äußeren Zellmündungen nicht senk-



1

2

3

4

Fig. 1. *Monograptus colonus* Suess mit Sicula. Über der 2. Haut sieht man die Epidermis liegen, die auch über der Sicula liegt. Anwachsstreifen sieht man deutlich. Phosphoritknollen aus dem Obersilur (Alaunschiefer) der Feengrotten bei Saalfeld. 4 .

Fig. 2. Dorsale Ansicht eines *Monograptus dubius* Suess. Man sieht die Achsengrube mit Resten der Epidermis. Phosphoritknollen des Obersilurs (Alaunschiefer). Feengrotten bei Saalfeld. 4 .

Fig. 3. Querschnitt durch einen *Monograptus* sp. Die Achsengrube mit teilweise erhaltener Achse ist sichtbar, ebenso die Anwachsstreifen. Phosphoritknollen des Obersilurs (Alaunschiefer). Feengrotten bei Saalfeld. 4 .

Fig. 4. *Monograptus* sp. mit Sicula, Anwachsstreifen aus den Phosphoritknollen des Obersilurs (Alaunschiefer) der Feengrotten bei Saalfeld. 4 .

5

6

7

8

Fig. 5. Innenquerwand eines *Monograptus* sp. mit Anwachsstreifen. Phosphoritknollen aus dem Obersilur (Alaunschiefer) der Feengrotten bei Saalfeld. 10 ×.

Fig. 6. Sicula (mit Naht) aus Phosphoritknollen im obersilurischen Alaunschiefer der Feengrotten bei Saalfeld. 10 ×.

Fig. 7. Sicula mit Nema aus den Phosphoritknollen des Obersilurs (Alaunschiefer) der Feengrotten bei Saalfeld. 10 ×.

Fig. 8. *Monograptus priodon* Bronn aus Kieselschiefer (in Kieselsäure erhalten), auf s. Lagerstätte 1 km westl. von Thomasdorf bei Ruhbank gefunden. Die zwischen den Zellen liegenden Einstülpungen dienten wahrscheinlich der Erhöhung der Elastizität. 14 ×.

recht zur Achse stehend, sondern in einem beträchtlichen spitzen Winkel dazu. Die Mündung ist durch die über die ventrale Wand hinausreichende Querwand gebildet, die wie ein Scheinwerfer gestaltet ist. Von der anderen Seite ist, soweit es erkenntlich ist, die Mündung von der nur wenig hochgebogenen Ventralwand des gemeinsamen Kanals eingeengt. Die innere Mündung der Zelle ist durch eine sackartige Stülpung eines merkwürdigen, nach der

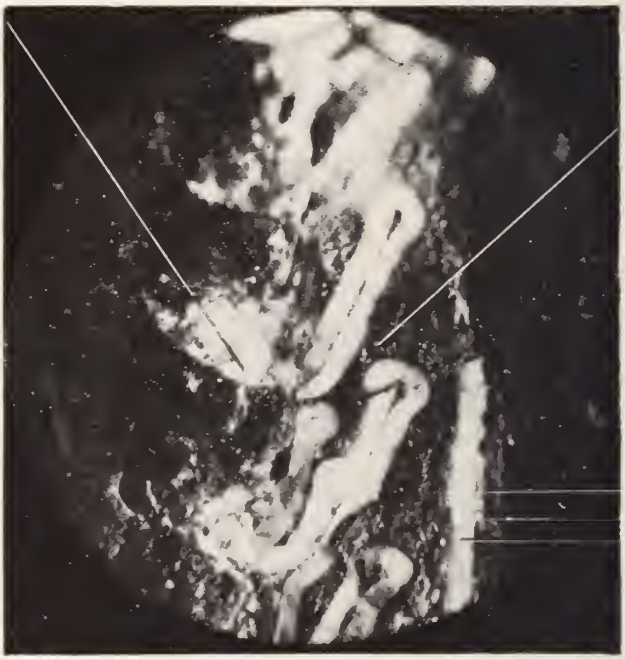


Fig. 9. *Monograptus priodon* Bronn. Phot. Pietzsch.
1 km westl. Thomasdorf bei Ruhbank.
Die Einstülpungen zwischen den Zellen dienten wahrscheinlich der Erhöhung der Elastizität des Stockes. 77 .

ventralen Seite offenen Raumes verschmälert, der m. W. an Monograptiden nicht beobachtet worden ist. Die eine Seite dieses Sackes bildet die scheinwerferähnliche Mündungswand, die sich dorsal bläschenhaft umbiegt und zur ventralen Schale wird. Über diesem sackartigen Raum, der wohl an der scheinwerferähnlichen äußeren Mündungswand liegt, kann man sehr verschiedener Ansicht sein. Ob darin Siculae reiften? Mir ist folgende Erklärung wahrscheinlicher, die sie zur Erhöhung der Elastizität heranzieht, die solche lange Polyparien bei ihrem pseudoplanktonischen oder auch planktonischen Leben besessen haben mußten. Durch diese sackartigen Einstülpungen wurde der lange, starre Stab elastisch gegliedert.

Bei *M. colonus* sind die Zellen in Phosphoritknollen vom Neuban Tietz in Plauen Zylinder, deren Wände innerhalb des gemeinsamen Kanals der Achse gegenüber, nach dem Proximal hin, gekrümmt sind. Es kommen an diesem unverdrückten Exemplar 9 Zellen auf 1 cm. Die innere, gekrümmte Mündung der Zelle ist 1—1,5 mm breit. Auch die Zellen von *M. colonus* aus den Phosphoriten der Feengrotten bei Saalfeld sind an der inneren Mündung proximalwärts gekrümmt (Fig. 1). Bei den Querwänden des *M. colonus* habe ich nie eine sackartige Umstülpung gefunden, wie sie an dem *M. priodon* von Thomasdorf bekannt geworden ist.

Bei *M. Zimmermanni* Hdt. von Willenberg bei Schönau weisen die langen, bajonettartig gestalteten Zellen innerhalb der Zellen zum proximalen Teil hin gerichtete Mündungskanäle auf, die ganz schmal durch das Zellperisark verlaufen. Sie kommen aus dem gemeinsamen Kanal, bewegen sich im distal gerichteten Teil der Zelle bis zum 2. Drittel der proximal gerichteten Zellwand, an der sie ins Freie münden.

Manche Arten der Monograptiden haben nur die Zellenden zu Zellspitzen ausgezogen, die oftmals in lange Härchen von erstaunlicher Dünne auslaufen. Welchem Zweck diese Härchen, wie ich sie bis jetzt nur bei *M. turriculatus* var. *fimbriatus* Hdt. beobachtet habe, dienten, ist noch nicht entschieden. Diese Härchen, die viel feiner und länger, scheinbar beweglich an der Zellspitze gesessen haben, halte ich für fähig, in strudelnder Bewegung nahrungsreiches Wasser herbeigeschafft zu haben. Bei vielen anderen Monograptiden sind es keine Härchen, sondern dornenähnliche Gebilde, die sicher auch anderen Zwecken dienten, weil es nicht vorstellbar ist, daß diese dornartigen Gebilde sich bewegen konnten. Am ehesten sind die zwischen Dorn und Härchen stehenden Zellspitzenfortsätze an *M. testis* den Strudelorganen nahezustellen. Solche Zellspitzen kann man studieren bei: *M. Flemmingi* Salter, *M. Sedgwicki* Portl., *M. Halli* Barr., *M. colonus* Barr.; Härchen besitzen: *M. turriculatus* var. *fimbriatus* Hdt., *M. testis* Barr., *M. Zimmermanni* Hdt.

Sicula.

Außer bei körperlich erhaltenen Monograpten aus den Phosphoriten oder in Schwefelkies bewahrten Formen oder aber in metamorphen Gümbelit versteinerten Polyparien des deutschen Silurs ist die Sicula auffällig wenig erhalten geblieben. Darum sind auch bisher an deutschen Stücken wenig Beobachtungen an der Sicula gemacht worden. Manck hat an unplastischem Material des weichen und milden Alaunschiefers von Pöhl im Vogtland (an *Monograptus dubius* Suess, *M. basilicus* Lapw., *M. Flemmingi* Salter, *M. vomerinus* Nich.) und von Altmannsgrün und Kürbitz bei Plauen i. Vogtl. (an *M. priodon* Bronn, *M. galaensis* Lapw., *M. crenulatus* Törnqu., *M. nudus* Lapw.) Studien gemacht. Seine erstmaligen Beobachtungen an solchen Siculae in ihrem Verhältnis zur ersten Polypariumzelle konnte ich im west-

thüringischen Schiefergebirge bei Schmiedefeld im Obersilur und an vielen Stellen im ostthüringischen Mittelsilur beobachten. Wie dort in Schwärmen treten die Siculae auch in den Phosphoritknollen von Plauen, der Feengrotten bei Saalfeld (Fig. 6, 7) auf. Zimmermann erkannte gleiche Siculae in Phosphoritknollen des Fürstenhuter Stollens bei Saalfeld. 1915 konnte ich dann am Material der Feengrotten genauere Beobachtungen veröffentlichen. Richter's Bemerkung von 1871 kann auf die plastischen Siculae der Phosphorite bezogen werden. Nach ihm finden sich da, wo die Graptolithen als Versteinerungen (also plastisch) in „kieselschieferartigen Kugeln" (Phosphoritknollen) vorkommen, 0,1—0,3 mm Durchmesser zeigende „kugelige Körperchen", die eine „glatte, glänzende" Haut von 0,1—0,3 mm Dicke aufweisen. Die größten der Körperchen scheinen „oval" zu sein. Sie treten in „großer Häufigkeit" auf. Diese Angabe Richter's scheint sich nach meinen Vermutungen auf quergeschnittene untere Teile vom plastischen Siculae zu beziehen. Genau so treten „glatte oder geringelte" Körper von schlankkegelförmiger Gestalt von 0,5—2,00 mm Länge auf, die an der Basis abgerundet sind und an der Spitze eine „geißelförmige" Verlängerung von großer Feinheit zeigen. Die von mir beobachteten, immer in Schwärmen auftretenden Siculae aus den Feengrotten sind 0,6—2,00 mm lang. Bemerkenswert ist an ihnen eine Längsspalte (Fig. 6), die erst dann sichtbar wird, wenn ein Stück der plastisch erhaltenen Sicula herausgefallen ist. Nicht alle Siculae besitzen sie, so daß vielleicht auch die Ansicht zu beachten ist, daß sie es hier mit merkwürdigen, durch das Aufschlagen der Knollen bedingten Schnitten durch die Sicula mit einer Knospungszelle zu tun haben. Diese teilweise beobachtete Längsspalte kann sich über zwei Drittel der Sicula erstrecken. Sowohl am Abdruck als auch auf der Oberfläche der Sicula ist eine feine Querstreifung zu bemerken, die Anwachsstreifen darstellt. Die Spitze der Sicula ist in einen, oft 1 mm langen, feinen fadenförmigen Anhang ausgezogen, der scheinbar beweglich gewesen sein muß, denn seine ganze Erhaltungsweise läßt darauf schließen (Fig. 7). Er stellt die Nema der Sicula dar. Auf 1 mm zählte ich 6—8 solcher Anwachsstreifen. Diese Längsspalte der Sicula kann man sich noch anders erklären. Vielleicht wurde in sie die Achse eingelagert, so daß die Nema in der Richtung der Längsspalte auswuchs und dicker werdend die Längsspalte später vollständig ausfüllte. An einem ausgewachsenen Polyparium eines *Monograptus* der Phosphoritknollen der Feengrotten konnte ich feststellen, daß die 2,00 mm lange Sicula sich an 3 Theken anlegte (Fig. 1). In den Knollen liegen die Siculae regellos eingebettet. Man kann von ihnen aus diesem Grunde die merkwürdigsten Längs- und Querschnitte beim Spalten erhalten. So ist es auch möglich, von ihnen und vom Polyparium Querschnitte zu erhalten, die man im Alaun- und Kieselschiefer nicht erwarten kann.

Die Häute.

Bis jetzt hat man an deutschen Funden aus anstehendem Silur noch keine Studien an Häuten gemacht, welche die Perner'schen Ergebnisse der couche épidermique, couche noire, couche à coins und der couche à colonettes, die man an gut erhaltenen böhmischen Exemplaren machte, bestätigen konnten. Gürich sagt an seinen *Monograptus priodon*-Schliffen von Beraun, Vyskocilka, Niederkunzendorf in Schlesien, daß couche à coins und couche à colonettes nur eine Variante der couches noires sind, daß aber die couche épidermique vorhanden gewesen ist. An schwedischem Material sah Wiman die drei „Lager" Perner's nicht, wohl aber an einem *M. priodon* von Kuchelbad. Richter erwähnt 1851 schon verkieste Exemplare mit „dünner Schale". 1871 hat er an den Exemplaren in den „kieselschieferartigen Kugeln" (Phosphoritknollen) zwei Häute erkannt, eine dickere, innere, und eine schwächere, äußere, die in zwei „Lamellen" zerfällt. Die drei Häute, so habe ich sie in den Phosphoriten wiedergefunden (Fig. 1, 2, 4), lassen sich auch auf dem naturdünnen Schliff des *M. priodon* von Thomasdorf auf Blatt Ruhbank erkennen (Fig. 8, 9). Gümbel hat vielleicht die einzelnen Häute 1879 auch schon an seinem Material gesehen, wenn man seine Worte darauf anwenden will, die von „einer strukturlosen häutigen Masse, die aus mehreren Lagen zusammengesetzt ist," sprechen. Ich fasse die drei Häute als eine dickere, innere, auf, auf der die Anwachsstreifen zu finden sind. Eine dünnere Zwischenschicht und eine ganz feine, selten erhaltene dünne Epidermisschicht, die über das ganze Polyparium sich hinzog und auch die Virgula umhüllte, legt sich darüber. Durch die Zwischenschicht und die Epidermisschicht hindurch sind die Anwachsstreifen der inneren, dickeren Haut zu sehen. Auch in einem „durch Rutschflächen begrenzten rundlichen Kieselschieferbrocken" von der Grube Maximilian bei Ludwigsdorf, unweit Görlitz, ist an einem *M. Becki* eine zweite Haut (Zwischenhaut) zu erkennen. Auf der inneren Haut — die Epidermisschicht fehlt — ist Körnelung zu bemerken, die vielleicht Reste der Anwachsstreifen darstellt.

Anwachsstreifen.

Die Anwachsstreifen auf der inneren Haut des *Monograptus*-Polyariums, die sich überraschenderweise auch an dem freien Rohr der rezenten *Rhabdopleura Normanni* finden, hat Richter 1851 schon als „rhombische — netzförmige" Streifung und als „konvexe Querrunzeln" erkannt. 1871 hat er weitere Beobachtungen veröffentlicht. Das innere Blatt, unsere innere Haut, ist mit „breiteren oder schmäleren Querrunzeln" versehen, die in „schiefer Richtung von der Dorsalseite nach der Ventralseite" verlaufen und „auf der Ober- und Unterseite der Zellen übereinandergreifen, so daß eine Zickzacknaht entsteht". Wenn Gümbel auch von „einer strukturlosen häutigen Masse" gesprochen hat, so hat er doch in einem Falle

auch „fast parallel verlaufende dickere Streifen" beobachtet. Wiman hat an *Monograptus dubius* die Feststellung machen können, daß an der Außenseite der Zellen die Anwachsstreifen „zickzackartig" zusammenstoßen. Mein Untersuchungsmaterial aus den Feengrotten bei Saalfeld hat mich nun eine Reihe von neuen Beobachtungen machen lassen. An einem *M. colonus* sind die Anwachsstreifen im dorsalen Teil von dem Proximal des Polypariums weggekrümmt. Nach der Virgula zu sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Anwachsstreifen enger. An den Zellen zählte ich auf 1 mm 6 Anwachsstreifen. Es können aber an anderen Exemplaren auch noch mehr Anwachsstreifen auf 1 mm sich verteilen. An dem dorsalen Teil des Polypariums habe ich es nie zu einem Zickzackgefüge der Anwachsstreifen kommen sehen, sondern sie ziehen sich in einer Krümmung an der Achse entlang. Nun lassen sich diese Streifen nicht nur an der Außenseite des Polypariums feststellen, sondern auch die inneren Wände von *M. colonus* und *M. dubius* sind von ihnen bedeckt (Fig. 5). An den Zellquerwänden dieser Arten konnte ich deutlich erkennen, wie die Anwachsstreifen nach einer gedachten Mittellinie hin, an ihr zickzackartig übergreifend, nach dem ventralen Teil hin abgebogen wurden. Diese Abbiegungsstelle liegt genau in der Virgularichtung. Schon die einzelnen Siculae wiesen die Anwachsstreifen auf. Hier stehen an ihnen die Anwachsstreifen viel enger beieinander. Ich zählte auf $\frac{1}{2}$ mm 4—5 solcher Streifen. Der Sitz der Anwachsstreifen ist die innere Haut. Sie drücken sich durch die beiden oberen Häute am gemeinsamen Kanal, an den Zellen und an den Innenwänden der Zellen durch.

Über den Bau der Graptolithen, besonders der Monograpten, ließe sich an der Hand von Reihenschliffen von dem dorsalen zum ventralen Teil oder noch besser von der Sicula, dem Proximal zum Distal hin, gute Aufschlüsse geben. Man würde durch die Reihenschliffe in der erstgenannten Anordnung über die dorsale Achsengrube, die Lagerung der Achse darin, über Häute- und Zelleneinschachtelung in den gemeinsamen Kanal Näheres erfahren können, während die Schliffe in der Anordnung vom Proximal zum Distal ein genaueres Bild der Lage der Sicula, also gewissermaßen ein Wachstum des Polypariums darstellen können. Verfasser hat Versuche begonnen, in Phosphoriten und Kalksteinen eingeschlossene Graptolithen (Monograpten) zu Serienschliffen zu verwenden. Wenn auf 1 mm 15—20 Schliffe kommen, diese Schliffe auf mehrere Zentimeter ausgedehnt werden, so kann man auf einem Filmstreifen eine Reihe mikrophotographischer Aufnahmen darstellen, die dann, kinematographisch ausgewertet, Genaueres über den Bau der Monograpten mitteilen können. Die Ausführung dieser Versuchsreihen nimmt aber erhebliche Zeit in Anspruch, so daß noch Jahre bis zur Verwirklichung vergehen werden.

Besprechungen.

P. Vageler: Bodenkunde. Mit 1 Figur. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. 104 S. Berlin-Leipzig. Sammlung Göschen.

Die Darstellung folgt nachstehender Disposition.

1. Die Entstehung der Böden.
2. Die Verteilung der Bodenarten auf der Erde (klimatische Bodenzonen).
3. Die Eigenschaften der Böden in physikalischer und chemischer Hinsicht.
4. Die Beziehungen der Böden zur Lebewelt, und zwar
   a) der Boden als Vorbedingung der Verteilung der natürlichen Pflanzen- und Tierwelt;
   b) als Vorbedingung der Landwirtschaft und damit der Verteilung der landwirtschaftlichen Kulturgebiete der Erde.
5. Die Bewertung der Böden durch die landwirtschaftliche Praxis.

Der 13 Seiten des Katechismus umfassende Abschnitt von den bodenbildenden Gesteinen steht nicht auf der Höhe und hätte in solcher Fassung ganz wegbleiben dürfen. So sollen petrographische Provinzen solche sein, in denen die Gesteine eine ähnliche Zusammensetzung haben; zwischen Kalk-, Kali- und Natronfeldspat sollen „alle möglichen Übergangsformen vorkommen"; der Basalt und die vulkanischen Tuffe sollen für die Bodenbildung rein lokale Bedeutung haben. Als wichtige Bestandteile des Glimmerschiefers werden besonders der Turmalin und der Apatit genannt, wobei hervorgehoben wird, daß in ersterem SiO_2 durch SnO_2 vertreten sein kann. **Bergeat.**

Louis Duparc et **Marguerite Tikonowitch**: Le Platine et les Gites Platinifères de L'Oural et du Monde. Genf 1920. Textband mit 542 Seiten, vielen Textillustrationen und Tafeln. Atlas mit geol. Karten und großen Zeichnungen.

Dieses sehr schön ausgestattete Werk faßt die langjährigen Studien Duparc's und seiner Schüler im Ural zusammen. Es gibt zunächst eine vollständige Liste der im Laufe der Jahre einzeln erschienenen Abhandlungen. Daran schließt sich ein einleitendes Kapitel über die morphologischen und geologischen Hauptzüge des Urals. Besonders eingehend werden die petrographischen Verhältnisse gewürdigt. Wir finden hier mineralogische und strukturelle Beschreibungen und chemisch-analytische Untersuchungen der Dunite mit ihren Segregationen der Diallagperidotite, Harzburgite, Lherzolithe, Serpentine, Koswite, Pyroxenite, Hornblendite. Aus der Familie der Gabbros werden beschrieben: Troktolithe, Tilaïte,

Olivingabbros, Norite, Gabbrodiorite mit Übergangstypen zu Dioriten und Quarzdioriten. Reichlich sind die Ganggesteine vertreten. Dunitgänge, Kazanskite (Plagioklasdunitgänge), Garewaïte, Issite (hornblendereiche lamprophyrartige Gesteine), Wehrlitgänge, Pawdite (berbachitähnliche Gesteine besonderer Struktur), Hornblendeberbachite, Mikrogabbros, Mikrodiorite, verschiedene Lamprophyre, Gladkaïte, Hornblendepegmatite und Plagiaplite charakterisieren die petrographische Provinz. Manche wertvolle mikroskopisch-optische Daten enthält dieser gesteinsphysiographische Teil.

Auch die metamorphen Gesteine, welche die Zone der platinführenden Eruptivgesteine flankieren, sind abgehandelt. Amphibolite verschiedener Art, Glimmerschiefer und Chloritschiefer treten auf.

Der zweite Teil des Buches ist besonders von erzlagerkundlichem Interesse. Er behandelt die Frage nach dem Muttergestein des Platins, nach seiner Zusammensetzung, Genese und Verarbeitung. Die Dunite und untergeordnet die Olivinpyroxenite sind die Muttergesteine, doch lohnt sich der großen Verteilung wegen ein Abbau auf primärer Lagerstätte nicht. Das natürliche Platin ist ein Gemisch von Platin und Eisen (als Mischkristall) mit untergeordneten Beimengungen von Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium, Kupfer, Gold, Silber, selbst Nickel, Kobalt und Mangan. Zwei Hauptvarietäten werden unterschieden: der im allgemeinen nicht magnetische 6—10 % Eisen enthaltende Polyxen und das dunkler gefärbte, im allgemeinen magnetische, eigentliche Ferroplatin mit bis 20 % Eisen. Natürliches Palladium in reinem Zustand ist im Ural selten. Eine Reihe von Newianskit-(Os Ir)-Analysen wird gleichfalls mitgeteilt. Im übrigen ist ein besonderes Kapitel der Analyse und Zusammensetzung des uralischen Platins gewidmet.

Nach der Besprechung der sekundären Lagerstätten wird die Extraktion des Platins und seine Metallurgie behandelt. Daran schließt sich ein Kapitel über die Verwendungsart. Nachdem schon vorher ein Überblick über die nicht uralischen Platinlagerstätten gegeben wurde, schließt das mineralogisch und petrographisch bedeutsame Buch mit allgemein statistischen Zusammenstellungen.

P. Niggli.

Personalia.

Verstorben: Dr. **Th. Liebisch**, emer. ord. Professor der Mineralogie an der Universität Berlin, Geh. Bergrat, Mitglied der Preuß. Akademie der Wissenschaften, im fast vollendeten 70. Lebensjahr.

Ernannt: Dr. **Maximilian Weber**, Dozent an der Techn. Hochschule München zum außerordentl. Professor der Petrographie an der Universität München, als Nachfolger von Prof. Weinschenk.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Stabilität der durch Radiumstrahlung erzeugten Färbungen.

Von **C. Doelter.**

Es ist bekannt, daß die durch Radiumstrahlung erzeugten Färbungen unter dem Einflusse der ultravioletten Strahlen oder der Wärmestrahlen verschwinden; doch fehlen vorläufig, namentlich was letztere anbelangt, noch genauere Daten. Aber auch spontan gehen manchmal Färbungen zurück. Ich habe darüber in letzterer Zeit einige Beobachtungen gemacht. Auch darin sind die gleichen Mineralien verschiedener Fundorte verschieden.

Einige dieser Färbungen sind sehr stabil; so habe ich einen durch Radiumstrahlung grüngefärbten Kunzit, welcher seit ca. 10 Jahren aufbewahrt wird und keine derartige Rückbildung zeigt. Auch einige andere Mineralien, nämlich Baryt, Cölestin, Topas, zeigten keine Veränderung. Von Flußspäten zeigte besonders ein grüngefärbter, von Gastein (ursprünglich fast farblos) ein schwaches Erblassen. Die natürlichen grünen Flußspäte verblassen im ultravioletten Lichte. Auch bei Apatiten erhielt ich nach ca. 18 Monaten keine Veränderung.

Die größten Veränderungen durch Tageslicht zeigten die Steinsalze, aber wieder in verschiedenem Maße, auch bei demselben Fundorte. So zeigten einzelne Stücke von Wieliczka nach 18 Monaten keine Veränderung, zwei davon waren noch intensiv gefärbt, aber nicht mehr bräunlichgelb, sondern grau bis schwärzlichgrau. Widerstandsfähig war ein Steinsalz von Friedrichshall. Ein staßfurter war farblos nach kurzer Zeit, ein anderes behielt noch seine gelbliche Färbung. Körniges Steinsalz von Wieliczka war nach 8 Tagen schon farblos.

Das sonderbarste Verhalten zeigte der Sylvin, welcher durch Radiumstrahlung violblau geworden war, welcher aber am Sonnenlichte bereits nach drei Minuten wieder farblos wurde.

Quarz ist dagegen widerstandsfähig, und nur einige wenige wurden etwas blässer, die meisten waren kaum verändert.

Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen habe ich in meiner Abhandlung[1]: „Neue Untersuchungen über die Farbenveränderungen der Mineralien durch Strahlungen" bereits ausführlicher

[1] Sitz.-Ber. Wiener Akad. **129**. I. 400. (1920.) Ref. N. Jb. 1922. I. 2. H.

Name	Fundort	Ursprüngl. Farbe	Farbe nach Radiumbestrahl.	Farbe bei 60° nach 2 St.	Farbe bei 130° nach 1 St.	Farbe bei 130° nach weiteren 2 Stunden	Farbe bei 170° nach $\frac{1}{2}$ St.	Farbe bei 180° nach $1\frac{1}{2}$ St.	Farbe bei 260° nach $\frac{1}{2}$ St.	Farbe bei 280° nach $\frac{1}{4}$ St.
Topas	Brasilien	farblos, Stich ins Gelbe	hellgelb	unver.	Spur blässer	unver.	schwach gelblich	fast farblos, Stich ins Gelbe	farblos	—
Quarz	Maderanertal	farblos	braun	unver.	Spur blässer	unver.	deutlich blässer	fast farblos, Stich ins Gelbe	farblos	—
Flußspat	Derbyshire	farblos	dunkelblau	unver.	unver.	schwach blässer	etwas blässer	farblos	—	—
„	Wölsendorf	violett, durch Erhitzen entfärbt	blauviolett	unver.	etwas blässer	unver.	etwas blässer	violett bis rosa	rosa (23°)	schwach rosa
Baryt	Felsöbanya	farblos	hellblaugrau	Spur heller	graublau	etwas blässer	stark verblaßt	farblos	—	—
Apatit	Floitental	farblos	violettbraun	violettgraubraun	unver.	unver.	violettgrau	fast farblos, Stich ins Braune	farblos	—
Steinsalz	Staßfurt	farblos	dunkelgelb	unv.. Stich ins Graue	unver.	unver.	entfärbt	—	—	—
„	Wieliczka	farblos	hellgelb	graugelb	unver.	unver.	fast farblos mit Stich ins Violettgraue	farblos	—	

berichtet, namentlich über die Geschwindigkeit der Entfärbung bei Behandlung mit der Quecksilberlampe von Heräus. Demnach steht die Schnelligkeit der Entfärbung nach Erhalten einer Radiumfarbe, also die Verfärbung nach Bestrahlung mit jener Lampe so ziemlich im gleichen Verhältnisse mit der Geschwindigkeit bei der Färbung mit Radiumstrahlen. Jene Mineralien, welche sich schnell mit Radiumstrahlen färben, verfärben sich auch schnell mit den ultravioletten Strahlen. Die Farbe verblaßt anfangs sehr rasch, im weiteren Verlaufe der Bestrahlung wird die Veränderung immer geringer; es entsteht dann eine stabile Färbung, welche durch weitere Bestrahlung nicht mehr verändert wird. In vielen Fällen kehrt diejenige Färbung wieder zurück, welche die betreffenden Mineralien in der Natur haben, so bei Kunzit, vielen Flußspäten, Hyazinth, Baryt; es gibt aber Ausnahmen, wie bei Apatit von Auburn. Es können auch andere Farben entstehen, wie bei dem Fluorit von Weardale, über welchen ich hier berichtet habe[1].

Ich habe eine Anzahl von Versuchen ausgeführt, um die Stabilität gegenüber der Wärme zu untersuchen. Die Wärmestrahlen haben bekanntlich bei vielen dilut gefärbten Mineralien die Eigenschaft, die Färbungen zu zerstören, was früher zu der irrigen Ansicht verleitete, daß organische Färbemittel die färbenden Pigmente seien, während es in Wirklichkeit meistens Färbungen waren, welche durch den in der Natur vorhandenen Radiumgehalt der Gesteine, Quellen oder Luft verursacht waren.

Wie die natürlichen Färbungen verschwinden, so ist dasselbe der Fall beim Erhitzen der künstlich durch Radium gefärbten Mineralien. Doch ist sowohl die Entfärbungstemperatur wie auch die Geschwindigkeit der Verfärbung bei verschiedenen Mineralien verschieden. Ich gebe in der Tabelle einige meiner Versuchsdaten.

Der Flußspat von Wölsendorf war auch bei 300° noch nicht ganz entfärbt; die Farbe war blaß violettrosa.

Demnach ergibt sich folgende Reihung, nach der Schnelligkeit der Entfärbung:

1. Steinsalz, Staßfurt. — 2. Steinsalz, Wieliczka. — 3. Baryt, Felsöbanya. — 4. Flußspat von Derbyshire. — 5. Topas, Brasilien. — 6. Quarz, Maderanertal. — 7. Apatit, Floitental. — 8. Flußspat von Wölsendorf.

Stücke eines nichtbestrahlten Flußspates von letzterem Fundorte waren noch bei 300° nicht ganz entfärbt.

Die Farbe, welche durch Radiumbestrahlung entsteht, verschwindet, wenigstens soweit die hier angeführten Mineralien anbelangt, bei Temperaturen, welche nur wenig verschieden sind von jenen, bei denen die natürlichen Farben verschwinden, nur bei Topas scheint letztere etwas höher zu sein.

[1] Dies. Centralbl. 1921. No. 15. 479.

Zur Frage der Wasserbindung in den Zeolithen.

Von **O. Weigel** in Marburg.

Mit 2 Textfiguren.

Seit Veröffentlichung meiner Untersuchung über „die Wasserbindung in den Zeolithen“ [1] sind mehrere Arbeiten über den gleichen Gegenstand erschienen, auf deren zwei hier eingegangen werden soll, weil sie sich mit meiner Untersuchung aufs engste berühren.

I. Gleichzeitig mit mir — die Veröffentlichung erfolgte später — untersuchte K. H. Scheumann [2] die Wasserverbindung im Heulandit durch Aufnahme von Wässerungs- und Entwässerungskurven. Die experimentellen Ergebnisse dieser sorgfältigen und umfassenden Arbeit stimmen mit den meinen vorzüglich überein, was durch die Tatsache veranschaulicht wird, daß Scheumann die von ihm und die von mir am Heulandit aufgenommenen Entwässerungskurven in seiner Figur nebeneinander einzuzeichnen nicht imstande war, da beide sich zu weitgehend decken. Auch die allgemeinen grundlegenden Folgerungen, die Scheumann aus seinen Beobachtungen zieht, stimmen mit den meinen überein, wie ich andererseits Scheumann's Auffassung der besonderen Bedeutung der 3 Mol-Wassergehaltsstufe durchaus beipflichte, die auch mit meinen experimentellen Erfahrungen im Einklange steht. Manchen der weiter ins einzelne gehenden Schlußfolgerungen, die Scheumann aus dem ihm vorliegenden Versuchsmaterial betreffs der Feinstruktur und der mit ihr zusammenhängenden Vorgänge zieht, möchte ich mich dagegen vorläufig noch nicht anschließen, da sie mir verfrüht erscheinen. Ich halte es insbesondere nicht für erforderlich, die Formel des Heulandits mit Rücksicht auf die auch bei Halbmolwerten des Wassergehaltes auftretenden Knicke der Entwässerungs- und Wässerungskurven zu verdoppeln, da die bisherigen Versuchsergebnisse mir noch nicht mit Notwendigkeit den Schluß zu fordern scheinen, daß ein solches Doppelmolekül eine besondere Baueinheit im Heulanditkristall bildet. Scheumann hat — wie eben erwähnt — Knicke seiner fast stetigen Gleichgewichtskurve nicht nur bei ganzen, sondern auch bei halben Molwerten des Wassergehaltes gefunden und glaubt diese letzteren auch bei meiner Entwässerungskurve, die nach meiner Darstellung nur die ganzzahligen Molwerte in Knicken hervortreten läßt, feststellen zu können. Ich möchte hierzu bemerken, daß ich meine Beobachtungswerte, soweit es die bekannte Größe der Versuchsfehler zuließ, stets durch stetige

[1] O. Weigel, Sitz.-Ber. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturw. Marburg. 1919. 48—63.

[2] K. H. Scheumann, Verh. d. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig 1921. Mathem.-phys. Kl. 73. 1—113.

Kurven interpoliert habe, so daß meine Kurve nur solche Knicke — bei ganzen Molzahlen des Wassergehaltes liegend — aufweist, die als durch das Experiment erwiesen angenommen werden konnten. Diese Bedingung ist bei meiner Kurve für Knicke bei halben Molwerten nicht erfüllt, wenn ich es auch nach Scheumann's Ergebnissen als sicher festgestellt ansehe, daß auch diese Diskontinuitäten der Kurve tatsächlich vorhanden sind. Jedenfalls kann aus den übereinstimmenden Ergebnissen von Scheumann und mir der Schluß gezogen werden, daß der Heulandit keine Wasserverbindung von der Art der gewöhnlichen Salzhydrate ist, sondern unserer gegenwärtigen Kenntnis am besten entsprechend als eine besondere Art fester Lösung aufgefaßt wird.

II. Eine eingehendere Besprechung erfordert die unlängst erschienene Arbeit A. Beutell's [1], die im wesentlichen eine Entgegnung auf meine vorangegangene Veröffentlichung (l. c.) darstellt, in welcher ich die von Beutell und seinen Mitarbeitern, insbesondere Stoklossa, aus ihren Untersuchungen gezogenen Folgerungen einer ablehnenden Kritik unterzogen hatte. Ich glaube die Angaben und Auffassungen, welche Beutell in dieser seiner letzten Veröffentlichung mitteilt, nicht unbesprochen lassen zu dürfen — obwohl der Verfasser inzwischen gestorben ist —, da sie nicht nur meine Untersuchungen angreifen, sondern auch geeignet sind, eine falsche Bewertung der in Frage stehenden Zeolitharbeiten Beutell's und Stoklossa's, sowie der in ihnen von den Verfassern gezogenen Schlüsse hervorzurufen. Diese Gefahr ist um so größer, als Beutell nach Erscheinen der Scheumann'schen Abhandlung seiner Arbeit Fußnoten anfügte, ohne zugleich den Haupttext entsprechend abzuändern, so daß beide häufig miteinander nicht im Einklange stehen.

Die in meiner Veröffentlichung gegen die Arbeiten der Beutell-schen Schule, insbesondere Stoklossa's, erhobenen Einwendungen lassen sich in folgende zwei Sätze zusammenfassen:

1. Die von Beutell zur Erklärung des unterschiedlichen Verhaltens der Zeolithe bei Wässerung und Entwässerung aufgestellte Kohäsionshypothese erscheint physikalisch-chemisch nicht einwandfrei und steht mit meinen experimentellen Ergebnissen im Widerspruch.
2. Die von Beutell und seinen Mitarbeitern als durch ihre Untersuchungen bewiesen hingestellte Behauptung, daß die Zeolithe Wasserverbindungen von der Art der gewöhnlichen Salzhydrate seien, kann als bewiesen nicht anerkannt werden, da die Beweisführung sowohl in experimenteller wie deduktiver Hinsicht schwerwiegende Mängel aufweist.

Bezüglich des ersten Punktes scheint aus der neuen Veröffentlichung Beutell's hervorzugehen, daß er seine Kohäsions-

[1] A. Beutell, dies. Centralbl. 1921. 694 u. 721.

hypothese aufgegeben hat, da er — veranlaßt durch meine Feststellungen — bei eigenen Versuchen den „fast völligen Parallelismus“ von Wässerung und Entwässerung auffand, womit m. E. die Kohäsionshypothese gegenstandslos wird. Wenn Beutell an diese seine Versuchsergebnisse anschließend die Meinung ausspricht, daß seine irrtümliche Auffassung verschiedenartigen Verlaufes von Wässerung und Entwässerung der wesentlichste Grund des Mißtrauens eines Teiles der Fachgenossen gegenüber seinen Versuchsergebnissen gewesen und jetzt ausgeschaltet sei, so glaube ich, daß er hierin sich geirrt hat, und daß vornehmlich die übergroße Fülle der entdeckten „Hydrate“ das Mißtrauen herausforderte. An diesen Hydraten hält Beutell, indem er behauptet, daß Wässerungskurve und Entwässerungskurve der Zeolithe beide den charakterischen Stufenbau zeigen, auch jetzt noch fest und setzt sich dadurch nun in einen noch viel schärferen Gegensatz zu allen früheren Zeolithforschern als bisher. Ein Irrtum Beutell's ist bei dieser Gelegenheit noch richtig zu stellen. Er sagt (p. 694), daß an seiner irrtümlichen Auffassung von der Verschiedenheit des Wässerungs- und Entwässerungsvorganges die kontinuierlichen Entwässerungskurven der klassischen Zeolithforscher, an deren Richtigkeit er damals nicht gezweifelt habe, die Schuld trügen, und vergißt dabei, daß er selbst[1] durch eigene experimentelle Untersuchung am Desmin den kontinuierlichen Verlauf der Entwässerungskurve und das Auftreten von Entwässerungsgleichgewichten auch bei beliebigen Molwerten des Wassergehaltes feststellte.

Meinen zweiten Angriffspunkt — vgl. p. 165 — sucht Beutell auf zwei Wegen zu widerlegen, indem er erstlich meine experimentelle Untersuchung des Heulandits angreift und zweitens die von mir gegen seine und seiner Schüler, insbesondere Stoklossa's, Arbeiten vorgebrachten Einwendungen zu entkräften sucht.

A. Angriffe auf meine Untersuchung.

1. Beutell nimmt Anstoß an dem in meiner Arbeit auf p. 53 enthaltenen Satze: „Ich habe daher die Natur der Wasserbindung in den Zeolithen einer neuen experimentellen Untersuchung von solcher Exaktheit unterzogen, daß aus ihr der wahre Verlauf der Entwässerungskurve mit Sicherheit festgestellt werden konnte.“ Er meint (p. 733), daß diese Behauptung eine völlige Verkennung der Sachlage darstelle, und meine Versuchsanordnung für die Ermittlung des „wahren“ Verlaufs der Entwässerungskurve die denkbar ungünstigste gewesen sei. Mein oben zitierter Satz ist selbstverständlich — und es ist mir unbegreiflich, daß er mißverstanden werden konnte — so aufzufassen, daß die Genauigkeit der Versuche ausreichend hoch war, um mit Sicherheit zu entscheiden,

[1] A. Beutell und K. Blaschke, dies. Centralbl. 1915. 4.

ob die erhaltene Entwässerungskurve die Gestalt der eines normalen Salzhydrates besaß oder nicht, bezw. welche besondere Form sie aufwies. Aus meinen Versuchen ließ sich der sichere Schluß entnehmen, daß der Heulandit unter bestimmten wohldefinierten Bedingungen eine Entwässerungskurve liefert, welche ein normales Salzhydrat unter den gleichen Bedingungen nicht ergeben würde. Es ist selbstverständlich, daß unter anderen äußeren Bedingungen der Verlauf der Entwässerungskurve ein anderer sein kann, und daß jede Entwässerungskurve eine „wahre" ist, wenn sie entsprechend exakt gewonnen wurde. Beutell scheint allerdings anderer Ansicht zu sein, wenn er auf p. 733 vom „wahren Verlauf der Entwässerungskurve" und „wahren Verhältnissen" spricht.

2. Der wichtigste Einwand, den Beutell gegen meine Untersuchung vorbringt, besteht in der Behauptung, daß der Heulandit durch lang dauernde Erhitzung auch auf Temperaturen weit unterhalb 180° eine beträchtliche irreversible Zersetzung erfahre, welche die Ursache dafür sei, daß bei meiner Entwässerungskurve die Beständigkeitsintervalle der Stoklossa'schen „Hydrate" nicht auftreten. Folgende Tatsachen beweisen, daß die Beutell'sche Annahme irrig ist.

a) In meiner Arbeit habe ich den besonderen Versuch beschrieben, den ich anstellte, um mich von der praktisch völligen Reversibilität von Wässerung und Entwässerung bei Temperaturen unterhalb 180° zu überzeugen: Heulandit, der zur Aufnahme der Entwässerungskurve bis 181,8° gedient und eine Versuchsdauer von 351 Stunden hinter sich hatte, wurde auf 100,1° abgekühlt. Das bei dieser Temperatur ermittelte Gleichgewicht ergab innerhalb der Versuchsfehler den gleichen Wert des Wassergehaltes, den vorher derselbe Heulandit bei der Entwässerung gezeigt hatte, als er nur 250 Stunden und nur bis 100° erhitzt worden war. Auch aus meinen beiden Parallelversuchsreihen ergibt sich das gleiche Resultat: Der in Versuchsreihe 1 benutzte Heulandit besaß nach 334 Stunden Versuchsdauer bei 172,6° — mit Hilfe der Kurve interpoliert — einen Wassergehalt von 9,65%, während der in Versuchsreihe 2 nur 77 Stunden erhitzte Heulandit bei gleicher Temperatur den Wassergehalt 9,58% ergab, einen Wert, der innerhalb der durch die Genauigkeit der Temperaturkonstanz bedingten Versuchsfehler liegt. Auch Scheumann kommt auf Grund seiner ausgedehnten Versuche zu dem gleichen Ergebnis, daß eine Entwässerung bis zu einem Wassergehalt von 3 Molen keine merkliche bleibende Veränderung im Heulandit hervorruft.

b) Die von Beutell angenommene Zersetzung des Heulandits sollte mit der Temperatur und Versuchsdauer steigen, indem sie bei Zimmertemperatur ausbleibt. Damit steht im Widerspruch, daß meine Entwässerungskurve im Gebiete tieferer Temperaturen, die zugleich kurzer Versuchsdauer entsprechen, nahezu völlig stetig

verläuft, also vom Typus der Stoklossa'schen Stufenkurve am stärksten abweicht, während bei höheren Temperaturen — längerer Versuchsdauer — die Knicke meiner Kurve sich schärfer ausprägen, die an diesen Knicken zusammentretenden Kurvenstücke bauchiger werden, so daß eine der Stoklossa'schen ähnlichere Kurvenform entsteht.

c) Meine Entwässerungskurve zeigt Knicke — keine Beständigkeitsintervalle —, die mit recht großer Genauigkeit bei ganzen Molwerten des Wassergehaltes liegen. Würde die von Beutell angenommene Zersetzung bei längerer Versuchsdauer und höherer Temperatur wirklich in erheblichem Maße eintreten, so müßten die Knicke bei höheren Temperaturen nicht mehr ganzen Molzahlen entsprechen. Sowohl meine wie Scheumann's Versuchsergebnisse widersprechen dieser Folgerung.

d) Scheumann hat zur Gewinnung seiner Gleichgewichtskurve eine ganze Reihe von Proben, 17 Stück, angewandt, deren jede zur Ermittlung von nur 6—18 Gleichgewichtspunkten diente, während meine beiden Kurven mit je einer einzigen Probe aufgenommen wurden. Obwohl so die Vorbehandlung der Proben bei Scheumann und mir eine stark abweichende war, stimmen unsere Ergebnisse bis über 200° ausgezeichnet überein, während sie nach Beutell erhebliche Abweichungen zeigen müßten.

e) Meinen Entwässerungsversuchen liefen bis 180° optische Beobachtungen parallel. Diese geben keinerlei Anhaltspunkte für eintretende Zersetzung, sondern widersprechen einer solchen Annahme.

f) Stoklossa[1] kommt auf Grund der optischen Untersuchung von z. T. bis auf ca. 2,5 % Wassergehalt entwässerter Heulanditpräparate zu dem Ergebnis: „Es ist also bewiesen, daß, obwohl bei der Entwässerung und nachherigen Wässerung die optischen Eigenschaften der Substanz sich änderten, eine Zertrümmerung des Heulanditmoleküls nicht eingetreten ist, und daß die wiedergewässerten Blättchen chemisch und optisch mit den ursprünglichen identisch sind."

g) Wäre Beutell's Annahme der Zersetzung der Zeolithe bei langer Versuchsdauer und hoher Temperatur richtig, so wäre Beutell's und seiner Schüler Untersuchungsverfahren, bei dem die Versuchsproben zunächst bei relativ hoher Temperatur — so bei Stoklossa bis zu 260° — entwässert werden müssen, das denkbar ungünstigste, da die Versuche von vornherein mit teilweise zersetzten Proben begonnen würden. Tatsächlich wird, wenn die Entwässerung die 3 Mol-Grenze nicht überschreitet, nach Scheumann's und meinen Feststellungen keine merkliche dauernde Veränderung des Heulandits herbeigeführt; sehr weitgehende Entwässerung — wie sie von Beutell und seinen Schülern bei einem Teil ihrer Versuchs-

[1] G. Stoklossa, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 42. 1917. 17.

proben vorgenommen wurde — kann dagegen schon bei kurzer Versuchsdauer tiefgreifende dauernde Veränderung des Zeoliths nach sich ziehen, so daß dann, um einen von Beutell angewandten Ausdruck zu benutzen, „pathologisch" veränderte Zeolithe zur Untersuchung kommen.

3. Auf die Behauptung Beutell's, daß der bei meinen Versuchen angewandte Wasserdampfdruck (8—10 mm Hg) „zu niedrig" sei und ebenfalls dahin wirke, daß meine Entwässerungskurven nicht die Beständigkeitsintervalle Stoklossa's zeigen, glaube ich nicht ausführlich eingehen zu müssen; denn folgende Schlußfolgerung erscheint mir einwandfrei: Da ich von einem Heulandit ausging, der bei Zimmertemperatur und einem Wasserdampfdruck von 10 mm Hg mit einem Wassergehalt von ca. 5½ Molen sich im reversiblen Gleichgewichte befand, so hätten bei Konstanthaltung des Wasserdampfdruckes und mit fortschreitender Temperaturerhöhung die Beständigkeitsintervalle gefunden werden müssen, die den Stoklossaschen „Hydraten" mit niedrigerem Wassergehalt entsprechen, wenn der Heulandit ein gewöhnliches Salzhydrat war. Das Ausbleiben derselben ist ein Beweis, daß der Heulandit kein solches ist. Damit entfallen auch die Schlüsse, die Beutell bezüglich dieses Punktes auf p. 732, 733 seiner Veröffentlichung zieht. Übrigens ist ein Wasserdampfdruck von 8—10 mm Hg kein so abnorm tiefer, wie Beutell zu glauben scheint; er entspricht dem Sättigungsgehalt der Luft bei 8—10° und ist etwa der meines Sammlungsraumes. Die Vermutung Beutell's wird außerdem durch die Scheumann'schen Versuche widerlegt, die auch bei hohen Wasserdampfdrucken keine Beständigkeitsintervalle ergaben.

Die von Beutell geäußerten Bedenken, daß meine Anordnung zur Herstellung eines Luftstromes von bekanntem Wassergehalt, wobei die Luft bei konstanter Temperatur drei Waschflaschen mit Wasser und eine Kugel mit feuchter Glaswolle durchströmte, keine Sättigung der Luft eingetreten sei, halte ich für völlig unbegründet, und sie erscheinen mir um so weniger verständlich, als bei der Breslauer Apparatur — nach der von Stoklossa gegebenen Abbildung und Beschreibung — die Luft nur eine einzige Kochflasche durchlief, obwohl bei den Breslauer Versuchen mit dieser Anordnung variable Wasserdampfdrucke bis zu ca. 700 mm Hg hergestellt werden sollten, während meine umfangreichere und viel wirksamere Apparatur die viel leichtere Aufgabe hatte, einen annähernd konstanten von dem der Zimmerluft nur wenig verschiedenen Wasserdampfdruck zu liefern.

Auf p. 731 zieht Beutell aus seinen Versuchen den Schluß, daß bei Entwässerung eines Heulandits mit ca. 5½ Molen Wasser bei ca. 155° im völlig trocknen Luftstrom (konz. H_2SO_4) innerhalb 16 Stunden kein Gleichgewicht erreicht werden könne, wie von mir angegeben sei. Ich habe vergeblich in meiner Arbeit nach

einer Stelle gesucht, auf die Beutell's Behauptung sich stützen könnte. Erstlich habe ich nur mit einem Luftstrom von 0,6 mm Hg Wasserdampfdruck (75 % H_2SO_4) gearbeitet, da ein völlig trockner (d. h. der Tension konz. H_2SO_4 entsprechender) Luftstrom bei langer Versuchsdauer nur sehr schwierig — durch Beutell's Anordnung sicherlich nicht — konstant erhalten werden kann. Zweitens habe ich mit meinem „trocknen" Luftstrom nur Versuche bei 76° und dann bei Temperaturen über 290° angestellt. Bei diesen Versuchen war der Zeolith aber zuvor stets mit einem Wasserdampfdruck von 8—10 mm Hg ins Gleichgewicht gebracht worden; und beim Übergang zum Versuch mit „trockner" Luft handelte es sich bei 76° nur um die Austreibung von ca. 0,03 Molen Wasser, während Beutell etwa 4 Mole entfernen mußte.

4. Ich hatte auf p. 53 meiner Arbeit den Satz gebracht: „Es muß nun aber hervorgehoben werden, daß zwar durch die von allen Forschern vor Beutell aufgenommenen Entwässerungskurven es als erwiesen gelten darf, daß die Zeolithe keine Wasserverbindungen nach Art der gewöhnlichen Salzhydrate sind, daß aber bei allen diesen Untersuchungen entweder die Versuchsgenauigkeit oder die Zahl der Beobachtungspunkte nicht ausreicht, um mit Sicherheit das Fehlen von Diskontinuitäten auf diesen Kurven zu behaupten." Hierzu bemerkt Beutell auf p. 696, daß der zweite Teil des Satzes die Behauptung des ersten aufhebe, weil gerade die Diskontinuitäten den sichersten Beweis für chemische Bindung darstellten. Ich habe absichtlich sowohl in meiner früheren wie der vorliegenden Arbeit stets den unklaren, von Beutell und seinen Mitarbeitern benutzten Ausdruck „chemisch gebunden" vermieden und ihn durch die Worte „wie in den normalen Salzhydraten gebunden" usw. ersetzt, was die Meinung dieser Forscher schärfer zum Ausdruck bringt. Chemisch gebunden kann man ebensogut das in fester Lösung befindliche Wasser wie das echte Hydratwasser nennen, wie ja heute überhaupt nur eine Art der Bindungskräfte angenommen wird. Bei normalen Salzhydraten besitzen die Entwässerungskurven die charakteristische Treppenform, welche anzeigt, daß den einzelnen Hydraten im p-t-x-Diagramm flächenhafte Existenzgebiete zukommen. Daß diese Art der Entwässerungskurven bei den typischen Zeolithen nicht vorliegt, war m. E. aus den z. T. so sehr sorgfältigen Untersuchungen früherer Zeolithforscher mit Bestimmtheit zu entnehmen. Die Meßgenauigkeit dieser älteren Arbeiten erlaubte aber nicht sicher zu entscheiden, ob wirklich eine durchweg stetige Entwässerungskurve vorlag, oder ob nicht auf ihr Knickpunkte auftraten, wie sie beispielsweise zu erwarten sind, wenn die Hydrate sich in jedem Verhältnis miteinander mischen, oder wie sie die Eigentümlichkeiten des Kristallgitterbaus veranlassen könnten. Es ist das unbestrittene Verdienst Beutell's, zur Aufsuchung solcher feiner Diskontinuitäten der zuvor meist

als völlig stetig angesehenen Entwässerungskurve der typischen Zeolithe angeregt zu haben. Eine solche diskontinuierliche, aus einzelnen kontinuierlichen Stücken sich zusammensetzende Entwässerungskurve entspricht aber nicht der normaler Salzhydrate.

B. Die Zeolithuntersuchungen Beutells und seiner Mitarbeiter.

Beutell behauptet in seiner neuesten Veröffentlichung auf p. 696, daß nach mir der Widerspruch zwischen Stoklossa's und meinen Versuchsergebnissen auf der Ungenauigkeit der Temperaturkonstanz und Temperaturmessung bei den Versuchen Stoklossa's beruhe und führt als Beleg dafür den von mir auf p. 56 meiner Arbeit sich findenden Satz an: „Für den weitaus größten Teil der Messungen bestimmt tatsächlich die Sicherheit der Temperaturkonstanz die Genauigkeit aller übrigen Messungen." Erstlich muß ich hervorheben, daß dieser Satz sich in meiner Arbeit mitten in der Besprechung der Versuchsfehler meiner Messungen befindet und sich daher — ein Mißverständnis ist unmöglich — auf die Genauigkeit meiner Ergebnisse bezieht. Seine Verwendung durch Beutell in einem ganz andern Zusammenhang ist unzulässig. Zweitens habe ich zwar die mangelhafte Temperaturkonstanz (1.) und ungenügende Genauigkeit der Temperaturmessung (2.) als wichtige Fehlerquellen der Breslauer Apparatur angeführt; aber ich habe keineswegs nur diese Bedenken gegen die Breslauer Arbeiten geäußert, sondern noch eine ganze Reihe anderer:

3. Die Kürze des verwendeten Glühlampenofens gewährleistet keinen ausreichend langen Versuchsraum von konstanter Temperatur.
4. Die Anordnung zur Herstellung eines bestimmten Wasserdampfdruckes im Versuchsraum erscheint völlig verfehlt.
5. Es ist keineswegs sicher, daß die angewandte Versuchsdauer von 14—16 Stunden immer genügte, um das Wässerungsgleichgewicht herzustellen.
6. Es hätten die Stufenkurven Stoklossa's durch Parallelversuche kontrolliert werden müssen, um festzustellen, daß die „Beständigkeitsintervalle" stets bei den gleichen Temperaturen und Wassergehaltswerten liegen und nicht etwa Versuchsfehlern ihre Entstehung verdanken.
7. Der Wassergehalt wurde von Stoklossa stets durch Glühverlust ermittelt. Diese Bestimmungsmethode muß bei Zeolithen, die, wie z. B. der Chabasit, in teilweise entwässertem Zustande schnell und reichlich Gase aufnehmen, zu sehr erheblichen Versuchsfehlern führen.
8. Werden mit Beutell die Zeolithe als normale Hydrate angesehen, so wird ihre Fähigkeit, die verschiedenartigsten Stoffe an Stelle des Wassers aufzunehmen, unverständlich.

Bezüglich der Punkte 1. und 2. äußert Beutell, daß durch diese Fehlerquellen nur die kleineren Beständigkeitsintervalle erklärt werden könnten, nicht aber die ein großes Temperaturgebiet umfassenden. Das ist richtig, das Gegenteil aber von mir auch nicht behauptet. Das Zusammenwirken aller Fehlerquellen würde aber völlig ausreichen, um auch die größten Beständigkeitsintervalle zu erklären.

Zu 3. äußert sich Beutell nicht.

4. Meine Bemerkungen über diese Fehlerquelle stützten sich auf eine Photographie seiner Versuchsanordnung, die Stoklossa seiner Arbeit beigegeben hat. Aus ihr war zu entnehmen, daß zwischen Ofen und der bereits oben erwähnten Kochflasche, in welcher die durchströmende Luft z. T. sehr beträchtliche Wasserdampfmengen aufnehmen sollte, ein langes Verbindungsrohr eingeschaltet war, das wie ein Luftkühler wirken mußte. Beutell schreibt nun, daß meine „Vermutung", ein solches langes Verbindungsrohr sei vorhanden gewesen, irrig sei, und daß dieses Rohr nur zum Zwecke der photographischen Aufnahme eingeschoben war. Er bedauert, daß die Figur Stoklossa's ein „Mißverständnis" hervorgerufen habe und betont, daß ich die Stoklossa'sche Apparatur nur aus dieser Abbildung kenne und nie mit ihr gearbeitet habe. Hiergegen möchte ich folgendes bemerken:

a) Ich kann die Forderung nicht als berechtigt anerkennen, daß man eine Apparatur, die man von vornherein als fehlerhaft erkennt, und die unschwer durch eine vollkommenere ersetzt werden kann, erst noch in langwierigen Versuchen ausprobieren soll.

b) Es kann weder von einer „Vermutung" noch von einem „Mißverständnis" die Rede sein, da die Figur Stoklossa's gar nicht mißzuverstehen ist. Es ist mir unerfindlich, welchen Wert die photographische Wiedergabe einer Versuchsanordnung besitzen soll, wenn sie für die photographische Aufnahme in wichtigen Teilen abgeändert wird.

c) Aber auch bei kurzer Rohrverbindung des Kolbens mit dem Ofen treten nach Scheumann — vgl. weiter unten — noch immer schwerwiegende Störungen auf, die erst verschwinden, wenn man den Luftstrom bei einer Temperatur mit Wasserdampf sättigt, die unterhalb der Zimmertemperatur liegt.

Zu 5. äußert sich Beutell nicht.

6. Beutell vertritt die Ansicht, daß seine Kurven keiner Kontrolle durch Parallelversuche bedürften, da zur Ermittlung jedes Gleichgewichtspunktes eine neue Versuchsprobe benutzt wurde, so daß sich die benachbarten Punkte gegenseitig kontrollierten. Das ist eine Verkennung der Sachlage; denn gerade die Tatsache, daß Punkte oder Punktreihen aus der Reihe ihrer Nachbarn herausfallen — wie es bei den „Beständigkeitsintervallen" der Fall ist — soll ja kontrolliert werden und bedarf besonders der Nachprüfung,

weil mit der Verwendung stets neuer Versuchssubstanz für jeden Gleichgewichtspunkt ein möglicher Grund für Diskontinuitäten gegeben ist.

Zu 7. und 8. äußert sich Beutell nicht.

Daß meine Kritik der Stoklossa'schen Versuchsanordnung völlig zutreffend war, obwohl ich nicht mit ihr gearbeitet habe, wird durch Scheumann (l. c. p. 19, 20, 21, 23), der mit ihr zahlreiche Versuche anstellte, bestätigt.

Als ich die Stoklossa'sche Arbeit angriff, geschah das nicht so sehr, weil ich die Auffassung der Zeolithe durch Beutell und seine Mitarbeiter von vornherein für irrig hielt, sondern weil ich es für eine nicht scharf genug zurückzuweisende Vermessenheit ansah, daß Stoklossa auf Grund einer mit so vielen offensichtlichen Mängeln behafteten Arbeit die von ihm behauptete, allen früheren z. T. so viel sorgfältigeren Untersuchungen widersprechende Behauptung, die von ihm untersuchten Zeolithe seien Hydrate, als bewiesen hinstellte. Ich muß gestehen, daß durch die neueste Veröffentlichung Beutell's diese meine Auffassung in keiner Weise geändert worden ist, daß vielmehr meine ablehnende Stellung zu der Stoklossa'schen Untersuchung noch bedeutend verschärft wurde, seit Scheumann aufdeckte, daß die Ergebnisse dieser Untersuchung noch durch zwei durchgehende Rechenfehler entstellt sind, die auf die zu ziehenden Schlußfolgerungen schwerwiegenden Einfluß haben. Auf diesen Punkt muß hier näher eingegangen werden, weil seine Aufklärung für die Bewertung dieser Zeolithuntersuchungen, auf die Beutell auch in seiner neuesten Arbeit sich noch stützt, von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Scheumann zieht auf p. 26 seiner Abhandlung aus seiner kritischen Untersuchung der Stoklossa'schen Arbeit den Schluß, „daß (ganz abgesehen von den abweichenden Ergebnissen, die mit der gleichen Apparatur gewonnen werden konnten) seinen Folgerungen aus dem mitgeteilten Zahlenmaterial Beweiskraft abgesprochen werden darf, weil nicht nur die Hydratstufen, sondern auch die Beziehungswerte der gefundenen Wassergewichte falsch berechnet sind. Es liegen tatsächlich elf irrtümlich gefundene Knicke auf elf irrtümlich berechneten Hydratstufen". Beutell bemerkt in Fußnote 1 auf p. 728 hierzu, daß er beim Beginn seiner eigenen neuen Untersuchungen diesen Rechenfehler Stoklossa's sofort erkannt habe, durch den die Molwerte, und zwar besonders für die mittleren Temperaturen, „etwas" zu niedrig ausfielen. Indem er auf p. 729 die Stoklossa'schen Untersuchungsdaten in der von Scheumann ausgeführten Neuberechnung anführt, gibt er die Richtigkeit dieser Scheumann'schen Berechnungsweise zu.

Verwunderlich erscheint es, daß er die bei richtiger Berechnung sich ergebenden Abweichungen des Wassergehaltes der Stoklossa'schen „Hydrate" von ganzen Molzahlen als nur geringfügig

bezeichnet, da doch bereits Scheumann auf deren Größe hinwies, die auch aus der Beutell'schen Tabelle 4 auf p. 729 ohne weiteres hervorgeht. Um die hier vorliegenden Verhältnisse klarzulegen, habe ich für alle von Stoklossa[1] bearbeiteten Zeolithe, die seinen Ergebnissen nach zahlreiche Hydrate bilden, die wahren Molwerte des Wassergehaltes neu berechnet, da die gleichen Berechnungsfehler wie beim Heulandit auch bei allen übrigen Zeolithen von Stoklossa begangen wurden. Die Abweichung D, welche die ursprünglichen von Stoklossa angegebenen Molwerte des Wassergehaltes infolge der von ihm angewandten falschen Berechnungsweise von den wirklichen, richtig berechneten Werten zeigen, ist durch die Formel gegeben:

$$D = \frac{m_0 \cdot p \cdot d}{a_0 (100 - d)},$$

worin a_0 der Ausgangswassergehalt des Zeoliths in Gewichtsprozenten, m_0 die gleiche Größe in Molen, p der beliebige von Stoklossa angegebene — also falsch berechnete — Wassergehalt des partiell entwässerten Zeoliths in Gewichtsprozenten und $d = a_0 - p$ die bei dieser Entwässerung erfolgte Gewichtsabnahme der Ausgangssubstanz in Gewichtsprozenten derselben, wie sie durch einfache Subtraktion des von Stoklossa angegebenen Wassergehaltes p von dem der Ausgangssubstanz a_0 erhalten wird, angibt. Die Kurve, welche D als Funktion von p darstellt, besitzt ein Maximum bei dem Werte

$$p = 10\sqrt{100 - a_0} - (100 - a_0).$$

Die maximale Abweichung D_{max} beträgt:

$$\frac{2 m_0}{a_0}\left[100 - \frac{a_0}{2} - 10\sqrt{100 - a_0}\right];$$

das Maximum liegt demnach für a_0-Werte, wie sie die in Frage kommenden Zeolithe aufweisen, nahe bei $p = \frac{a_0}{2}$, um so mehr nach der Seite kleinerer p-Werte verschoben, je größer a_0 ist. Die Abweichung D der Stoklossa'schen falschen Werte von den richtig berechneten — letztere sind stets kleiner als die ersteren — muß also für mittlere Temperaturen, entsprechend mittleren Wassergehalten am größten, für $p = a_0$ gleich 0 sein. Bei gegenüber a_0 kleinen Werten von p nimmt D mit abnehmenden p proportional ab, um bei $p = 0$ ebenfalls 0 zu werden.

In den folgenden 4 Tabellen sind in den Spalten von links nach rechts folgende aus den Angaben der Stoklossa'schen Arbeit entnommene oder berechnete Werte enthalten:

1. Der Temperaturbereich, innerhalb dessen die betreffenden „Hydrate" beständig sein sollen.

[1] G. Stoklossa, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **42**. 1917. 1.

Tabelle 1. **Heulandit.**

1. Temperaturbereich des „Beständigkeitsintervalles“	2. Wassergehalt nach Stoklossa – falsch berechnet – a) Gew.-%	b) Mole (verdoppelt)	3. richtig berechnet Mole (verdoppelt)	4. „Hydratstufe“ Mole	5. Differenz 2 b)—4	3—4
? — 17°	16,06	10,98	11,14	11	— 0,02	+ 0,14
32— 50	14,33	9,98	9,94	10	— 0,02	— 0,06
80—105	12,79	9,04	8,90	9	+ 0,04	— 0,10
130—150	11,13	8,02	7,74	8	+ 0,02	— 0,26
172—182	9,70	7,06	6,74	7	+ 0,06	— 0,26
186—198	8,16	6,10	5,68	6	+ 0,10	— 0,32
205—216	6,47	5,02	4,48	5	+ 0,02	— 0,52
220—233	5,22	4,02	3,62	4	+ 0,02	— 0,38
240—267	3,93	3,06	2,74	3	+ 0,06	— 0,26
281—313	2,53	2,08	1,76	2	+ 0,08	— 0,24
345—370	1,27	1,00	0,88	1	0	— 0,12

Tabelle 2. **Chabasit.**

1. Temperaturbereich des „Beständigkeitsintervalles“	2. Wassergehalt nach Stoklossa – falsch berechnet – a) Gew.-%	b) Mole (verdoppelt)	3. richtig berechnet Mole (verdoppelt)	4. „Hydratstufe“ Mole	5. Differenz 2 b)—4	3—4
24— 40°	15,05	8,92	8,78	9	— 0,08	— 0,22
50— 60	13,40	8,06	7,80	8	+ 0,06	— 0,20
70— 82	11,49	7,08	6,70	7	+ 0,08	— 0,30
92—112	9,55	5,98	5,56	6	— 0,02	— 0,44
122—136	7,75	5,02	4,52	5	+ 0,02	— 0,48
142—160	6,04	3,98	3,52	4	— 0,02	— 0,48
170—180	4,53	3,04	2,64	3	+ 0,04	— 0,36
191—202	3,04	2,06	1,78	2	+ 0,06	— 0,22
215—230	1,53	1,06	0,90	1	+ 0,06	— 0,10

2. Der Wassergehalt des betreffenden „Hydrates“; und zwar ist hier der Mittelwert aus den Werten gebildet, die Stoklossa innerhalb des betreffenden Beständigkeitsintervalles angibt, die also von ihm nach seiner falschen Berechnungsweise berechnet sind. Die unter 2 b aufgeführten Molwerte geben

Tabelle 3. **Harmotom.**

1.	2.		3.	4.	5.	
Temperaturbereich des „Beständigkeitsintervalles“	Wassergehalt nach Stoklossa – falsch berechnet –		richtig berechnet	„Hydratstufe“	Differenz	
	a) Gew.-%	b) Mole (verdoppelt)	Mole (verdoppelt)	Mole	2 b)—4	3—4
35— 52°	12,85	8,98	8,72	9	— 0,02	— 0,28
73— 80	11,50	8,10	7,80	8	+ 0,10	— 0,20
90—104	9,75	7,04	6,48	7	+ 0,04	— 0,52
124—138	8,28	6,02	5,62	6	+ 0,02	— 0,38
154—165	6,71	4,98	4,56	5	— 0,02	— 0,44
186—204	5,33	4,02	3,62	4	+ 0,02	— 0,38
220—238	3,92	3,01	2,66	3	+ 0,01	— 0,34
255—267	2,61	2,00	1,78	2	0	— 0,22
285—298	1,23	0,99	0,84	1	— 0,01	— 0,16

Tabelle 4. **Skolezit.**

1.	2.		3.	4.	5.	
Temperaturbereich des „Beständigkeitsintervalles“	Wassergehalt nach Stoklossa – falsch berechnet –		richtig berechnet	„Hydratstufe“	Differenz	
	a) Gew.-%	b) Mole (verdoppelt)	Mole (verdoppelt)	Mole	2 b)—4	3—4
17— 50°	13,62	5,94	5,94	6	— 0,06	— 0,06
90—150	11,14	4,98	4,86	5	— 0,02	— 0,14
180—205	8,74	4,02	3,82	4	+ 0,02	— 0,18
220—250	6,27	2,96	2,74	3	— 0,04	— 0,26
330—355	4,17	2,00	1,82	2	0	— 0,18
370—380	2,10	1,04	0,92	1	+ 0,04	— 0,08

den doppelten Betrag der errechneten, um den Vergleich mit der Spalte 4 zu erleichtern.

3. Richtig berechneter Molwert des Wassergehaltes, ebenfalls verdoppelt.
4. Theoretischer Wassergehalt der Stoklossa'schen „Hydratstufe“.
5. Zum Vergleich sind hier die Abweichungen, welche erstlich die Stoklossa'schen, nach falscher Methode berechneten Molwerte des Wassergehaltes, zweitens die richtig berechneten von den theoretischen Wassergehalten der „Hydrate“ aufweisen, nebeneinandergestellt.

Tabelle 5.

Zeolith	Abweichung des Wassergehaltes der „Hydrate" von ganzen Molwerten bei Stoklossa's ursprüngl. — falsch berechn. — Angaben		bei richtiger Berechnung der Stoklossa'schen Beobacht.	
	mittlere	maximale	mittlere	maximale
Heulandit . . .	+ 0,03 Mole	+ 0,10 Mole	— 0,21 Mole	— 0,52 Mole
Chabasit . . .	+ 0,02 „	± 0,08 „	— 0,31 „	— 0,48 „
Harmotom . .	+ 0,015 „	+ 0,10 „	— 0,32 „	— 0,52 „
Skolezit	— 0,01 „	— 0,06 „	— 0,15 „	— 0,26 „

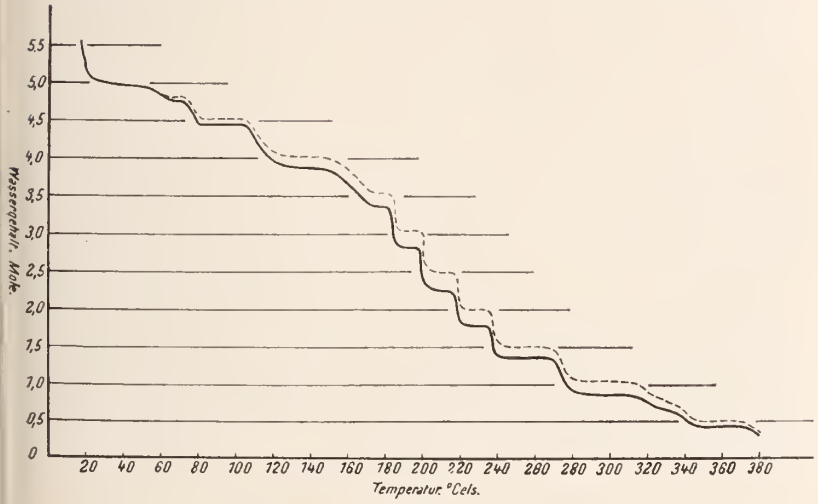


Fig. 1.

Um ein anschaulicheres Bild dieser Abweichungen zu geben, ist in Fig. 1 die Wässerungskurve des Heulandits, wie sie Stoklossa's falschberechnete, veröffentlichte Werte liefern, gestrichelt und daneben die bei richtiger Berechnung sich aus den gleichen Beobachtungswerten ergebende ausgezogen dargestellt. Und weiter sind in Tabelle 5 für die in den Tabellen 1—4 behandelten Zeolithe die mittleren und die maximalen Abweichungen zusammengestellt, welche bei jedem dieser Zeolithe die experimentell von Stoklossa beobachteten Wassergehalte der nach ihm durch Beständigkeitsintervalle nachgewiesenen Hydrate einmal bei der ursprünglichen Stoklossa'schen, also falschen, und zweitens bei der richtigen Berechnung von dem theoretischen Werte der Hydratstufe zeigen.

Fig. 1 wie Tabelle 5 zeigen, wie ausgezeichnet im allgemeinen die Beständigkeitsintervalle der Hydrate nach Stoklossa's Original-

angaben mit den theoretischen Werten der Hydratstufen zusammenfallen, und wie weitgehende Abweichungen zwischen beiden bei richtiger Berechnung auftreten. Aus der ausgezogenen Kurve der Fig. 1 kann in keiner Weise mehr die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die Beständigkeitsintervalle auf ganze oder halbe Molwerte des Wassergehaltes fallen und darum bestimmten Hydraten zugehören. Daher ist es mir unbegreiflich, daß Beutell, dem nach seiner eigenen Angabe die Fehler der Stoklossa'schen Berechnungsweise bereits vor Inangriffnahme seiner neuesten Untersuchung bekannt waren, in dieser seiner neuesten Veröffentlichung — p. 696, 697, 698, 700 — darauf hinweist, daß die von mir bei ganzen Molwerten gefundenen Knicke der Entwässerungskurve die von Stoklossa festgestellten Beständigkeitsintervalle bei ganzen Molzahlen bestätigten. Und ebenso unverständlich ist es, wenn Beutell, um die weitgehende Übereinstimmung zwischen Stoklossa's und meinen Ergebnissen zu beweisen, als Fig. 1 seiner Veröffentlichung auf p. 697 eine meiner Arbeit entnommene Abbildung bringt, auf welcher meine Entwässerungskurve des Heulandits neben Stoklossa's Wässerungskurve dargestellt ist; denn diese Abbildung bringt die auf falscher Berechnungsweise Stoklossa's beruhende Kurve, deren grobe Fehlerhaftigkeit mir damals noch nicht bekannt war, wohl aber Beutell bereits vor seiner jetzigen Veröffentlichung. Werden Stoklossa's Versuchsergebnisse richtig berechnet, so kann von der durch Beutell betonten Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen keine Rede mehr sein; denn meine Knicke der Entwässerungskurve fallen durchweg mit großer Genauigkeit auf ganze Molzahlen, Stoklossa's Beständigkeitsintervalle dagegen mit auffallender Hartnäckigkeit auf Wassergehalte, die weder ganzen noch halben Molwerten entsprechen. (Schluß folgt.)

Über das Gestein Danubit.

Von **B. Mauritz.**

In der Sitzung am 13. Juni 1910 der math.-naturw. Klasse der ungar. Akademie hielt weil. Prof. J. Krenner einen Vortrag „Über einen neuen Gesteinstypus"; der Vortrag erschien ungarisch im Drucke nicht.

Derselbe Vortrag wurde am 24. August in Stockholm gelegentlich des XI. Internationalen Geologen-Kongresses wiederholt. Im Protokoll des Kongresses[1] wird folgendes kurz erwähnt:

„Über Tephrite in Ungarn." „Nördlich von Budapest, in dem Winkel, wo die Donau plötzlich nach Süden abbiegt, nimmt den Raum ein Gebirge ein, dessen Andesite zu wiederholten Malen durch J. Szabó und A. Koch untersucht wurden. Vortragender fand dort ein jungvulkanisches Gestein, welches zu den Tephriten gerechnet werden muß.

[1] Compte rendu de la XIe Session du Congrès géologique international. Stockholm. Premier fasc. 130. (1912.)

Das Gestein besteht der Hauptsache nach aus Nephelin, Amphibol, Hypersthen und spärlichem Kalknatronfeldspat, welcher dem Labrador angehört. Mit Ausnahme des Hypersthens, der nach der Querfläche tafel- oder leistenförmig und nur in der Prismenzone gut ausgebildet ist, sind alle Bestandteile automorph. Auf der Hauptfläche tritt beim Hypersthen das Achsenpaar aus. Augit, Biotit und Quarz fehlen. Verfasser nennt das Gestein, das also Nephelin und Hypersthen als gemeinsame Gemengteile enthält, nach seinem Vorkommen an der Donau (Danubius) Danubit."

Eine eingehendere Beschreibung des Gesteines gab Krenner auch später nicht. Der neue Gesteinstypus hatte besonders aus zwei Gründen lebhaftes Interesse im Kreise der in- und ausländischen Geologen und Petrographen erregt. Ungewöhnlich und unwahrscheinlich erschien in einem Eruptivgestein die Mineralassoziation Nephelin—Hypersthen, anderseits überraschend fand man das Auftreten eines Gesteines der Foyait—Theralith-Reihe inmitten der Andesiteruptionen.

Laut persönlicher Angabe des Prof. Krenner findet sich das Gestein besonders schön in der Gegend von Leányfalu (nördlich von Budapest an der rechten Seite der Donau im Andesitgebirge von Visegrád-St. Andrä). Allein und in der Begleitung der hiesigen Geologen und Petrographen haben wir oft diese Lokalität besucht, aber das angegebene Gestein fand sich nicht.

Nach dem Tode des Prof. Krenner kamen die Dünnschliffe der Originalgesteine, welche noch Prof. Krenner sammelte, in das Eigentum des Min.-petr. Institutes der kgl. ungar. Universität Budapest und somit war die Möglichkeit gegeben die Danubit-Frage zu lösen.

In den Angaben des Prof. Krenner findet sich ein Irrtum, da das Gestein keinen Nephelin enthält. Höchstwahrscheinlich stellte er den neuen Typus vor der mikroskopischen Untersuchung und an Hand einer vorläufigen makroskopischen Untersuchung auf. Die Plagioklas-Feldspäte (Labrador) sind nach M $\{010\}$ tafelig entwickelt; außerdem erscheinen noch als herrschende Formen P $\{001\}$, die Pinakoide l $\{110\}$ und T $\{1\bar{1}0\}$, x $\{\bar{1}01\}$. Infolge der bekannten Winkelwerte erscheinen die Feldspäte, deren Durchmesser höchstens einen Millimeter erreicht, als sechsseitige Täfelchen. Der Irrtum kann nur daher gekommen sein, daß Krenner bei der makroskopischen Betrachtung diese sechsseitigen Täfelchen für Nephelin hielt. Die genaue mikroskopische Untersuchung überzeugte mich, daß das Gestein überhaupt keinen Nephelin enthält, dasselbe ist ein typischer Amphibol-Hypersthen-Andesit und zwar in sehr frischem Zustande; aus solchen und ähnlichen andesitischen Gesteinen besteht das ganze Gebirge, wie es schon lange bekannt ist. Der Gesteinstypus „Danubit" ist somit zu streichen.

Min.-petr. Institut der Universität Budapest.

Das Eocän und Unteroligocän der bayrischen Alpen.

Von **Max Schlosser** in München.

Meine Untersuchung der Eocänfaunen ist vor kurzem zum Abschluß gelangt, allein bei den jetzigen mißlichen Verhältnissen dürfte die Veröffentlichung dieser umfangreichen Arbeit kaum in absehbarer Zeit zu erwarten sein. Die Ergebnisse bieten jedoch so viel Neues, daß eine kurze Zusammenstellung nicht ganz überflüssig erscheinen möchte.

Für das wichtigste Resultat halte ich den Nachweis von mehreren, bisher kaum vermuteten Horizonten, festgestellt durch charakteristische Leitfossilien, so daß jetzt das südbayrische Tertiär mit jedem anderen in der Vollständigkeit der Schichtenreihe sehr gut konkurrieren kann, denn es fehlt nur mehr das Pliocän, wenigstens ist es nicht durch Versteinerungen nachzuweisen.

Die neu entdeckten und die jetzt besser begründeten Horizonte des Eocän und Oligocän sind von unten nach oben:

1. **Thanetien** — Kressenberg: Graugrüne Sandsteine mit kreidigschaligen Fossilien im Ludwigs-Querschlag, dunkelgraue Mergel im Jobstenbruch. Achtaler Grünsandstein mit *Gryphaea Escheri*. Grünten: Graue, sandige Kalke mit *Gryphaea Escheri?*
2. **Cuisien** (Ypresien, Sparnacien) — Kressenberg: Feinkörnige Quarzbreccie, Mikrofauna mit durch Kalkspat regenerierten Schalen, *Nummulites elegans* im Karlstollen. Blomberg bei Tölz: Braungelbe, kalkige Sandsteine, *Nummulites elegans*.
3. **Unterstes Lutetien** — Kressenberg: Grünsand mit kreidigen Fossilien, *Nummulites Murchisoni, Orthophragmina*. ...
4. **Lutetien** — Kressenberg:
   a) Roterz. *Nummulites perforatus*.
   b) Zerstörte Schichten, vererzte Fossilien.
   c) Schwarzerz. *Conoclypeus conoideus*.
   d) Grauer, oolithischer Kalksandstein, reichste Fauna „Emanuelflöznebengestein".

   Adelholzen: Assilinenschichten, *Nummulites millecaput*.

   Neubeuren (Inntal) und Seyfriedsberg (Allgäu): Assilinenschichten — Strandfazies —.
5. **Oberstes Lutetien** (Auversien?) — Kressenberg: Stockletten, Götzreuter Mergel, Granitmarmor. Neubeuren: Granitmarmor.
6. **Priabonien** (Bartonien, Ludien) — **marin**: Reichenhall, Oberaudorf: Kalke mit reicher Molluskenfauna.
   a) **limnisch**: Kufstein, Häring: Kohlen mit *Helix*.
   b) **brackisch**: Kufstein, Häring: Kalkmergel mit Cyrenen und Pflanzen.

7. **Lattorfien** (Sannoisien) — marin; Reut im Winkel: Kalkige Strandbreccien. Häring: Zementmergel.
8. **Rupelien** (Stampien) — nur im Alpenvorland: Fischschichten von Wernleite bei Siegsdorf?
9. **Chattien** — nur im Alpenvorland: Ältere Meeresmolasse.
10. **Aquitanien** — fluviatil, limnisch; Inntal: Angerbergschichten (Konglomerate, Sandsteine). Kufstein: Konglomerate, sandige Mergel mit Pflanzen *(Quercus furcinervis)*. Kössen: Kohlen und Konglomerate. Reut im Winkel: Mergel mit *Quercus furcinervis*. Alpenvorland: Kohlenführende Molasse.

Das Lutetien vom Blomberg bei Tölz und von Neubeuren läßt sich nur teilweise mit Lutetien-Schichten des Kressenbergs parallelisieren. Bei Neubeuren vertritt der rote Quarzsandstein und der rote Nummulitenkalk das Roterz, der graue kalkige Sandstein mit *Conoclypeus conoideus* und reicher Molluskenfauna das Schwarzerz vom Kressenberg und dessen Nebengestein. Am Blomberg sind die braunen Kalke mit *Terebratula aequivalvis* Repräsentanten des Roterzes, die roten Nummulitenkalke mit *Conoclypeus conoideus* etwa jene des Kressenberger Schwarzerzes; das Nebengestein des Emanuelflözes hat sein Äquivalent in gelbbraunen, ursprünglich wohl graugrünen Kalken mit reicher Gastropoden- und Bivalvenfauna, deren Schalen in Limonit umgewandelt sind. Am Grünten versagt die Parallelisierung vollständig. Die hauptsächlichsten Gesteine sind dunkle kalkige Sandsteine mit *Gryphaea*, graue und rote Nummulitenkalke — fast ohne sonstige Versteinerungen — und der Toneisenstein mit Krabben, Mollusken und Seeigeln, von welchen jedoch *Conoclypeus conoideus* gänzlich fehlt.

Untereocän (Thanetien und Cuisien) und **Mitteleocän** (Lutetien und Auversien) sind auf die Nordseite, **Obereocän** (Priabonien) und **Unteroligocän** (Lattorfien) dagegen auf die Südseite der Flyschzone beschränkt.

Nach dem Lutetien — Auversien? — müssen hier tektonische Vorgänge stattgefunden haben, durch welche das Gebiet nördlich der Flyschzone vollkommen trockengelegt und dafür das Eindringen des Meeres in die Kalkalpen ermöglicht wurde. Es muß also nördlich der Flyschzone Hebung, südlich von ihr hingegen wenigstens stellenweise Senkung erfolgt sein.

Während des Unter- und Mitteleocäns befand sich das nächstgelegene Festland im Norden, welches nicht nur die zahllosen Quarzkörnchen der Eocän-Schichten lieferte, sondern auch Holzkohlen, Süßwasserfische, sowie Knochen und Zähne von Krokodilen, Reste von Schildkröten und von *Lophiodon*. Ja sogar Oxfordversteinerungen aus dem niederbayrischen Jura, Granit aus der Gegend von Straubing und Glimmerschiefer aus dem Bayrischen Wald wurden von dort wegtransportiert und in den sich bildenden Erzen abgesetzt.

Im Gegensatz zu dem ausgedehnten, wenn auch schmalen Meer des Unter- und Mitteleocäns hatte das Obereocänmeer ganz geringe Ausdehnung, denn es füllte lediglich zwei kleine Buchten bei Reichenhall und bei Oberaudorf, von welchen die erstere sich in südlicher Richtung von Staufeneck bis Hallturm erstreckte, wo es zur Bildung eines echten Korallenriffs kam. Die von Oberaudorf hatte hingegen Ostwestrichtung — Dorf, Mühlau, Oberaudorf, Primau —. Südlich von dieser Bucht, bei Kufstein und Häring, waren Sümpfe, in welchen Kohlenbildung vor sich ging. Bei der später zunehmenden Wassertiefe kam es hier zur Ablagerung von Cyrenen- und Pflanzenschichten. Mit Beginn des Oligocän wurde das Reichenhaller Eocänbecken, in dessen nördlichstem Teil sich eine reiche Fauna von guterhaltenen Mollusken und großen Einzelkorallen entwickelt hatte, vollkommen trockengelegt. Im Inntal verlagerte sich die Meeresbucht nach Süden — Häring — und Osten — Kössen, Reut im Winkel, nachdem gegen Ende des Priabonien nur mehr die Ablagerung von Konglomeraten stattgefunden hatte. Auch hier bei Oberaudorf endet mit dem Priabonien die Meeresbedeckung.

Die Wassertiefe kann weder im Eocän noch auch im Oligocän sehr beträchtlich gewesen sein. Nach der Zusammensetzung der einzelnen Faunen dürfte sie nie viel über 100 m erreicht haben. Sie blieb sich jedoch keineswegs immer gleich. Im Thanetien war sie jedenfalls größer als im Cuisien, im Lutetien anfangs wieder etwas größer — Roterz —, ohne jedoch den Betrag zu erreichen wie später bei der Ablagerung der glaukonitischen Kalke, dem „Nebengestein des Emanuelflözes“ mit seiner reichen Konchylienfauna. Zwischen diesen beiden letzgenannten Ablagerungen scheint sogar nach Ablagerung des Roterzes Trockenlegung stattgefunden zu haben — Bildung der Erzkrusten auf Seeigeln und Molluskensteinkernen —, worauf dann wieder bei der Ablagerung der Schwarzerze Meeresbedeckung erfolgte. Näher dem Festland — Adelholzen, Altenmarkt bei Neubeuren und Seyfriedsberg bei Sonthofen war die Wassertiefe jedoch selbst im oberen Lutetien geringer als in den Bezirken, wo Erzbildung stattfand, ja zwischen der Entstehung der diesen Lokalitäten eigenen Assilinenschichten und der oberen Kreide dürfte hier sogar Festland gewesen sein. Größer wurde die Meerestiefe überall im obersten Lutetien — Auversien?, wo sich die Götzreuter Mergel, der Stockletten und in der Brandungszone der Granitmarmor bildeten. Mit diesen drei Ablagerungen endet das Eocän und mit ihm auch die Meeresbedeckung nördlich der Flyschzone, das Wasser drang jetzt in die Kalkzone ein, die bis dahin seit der Ablagerung der Gosau- und Senonschichten Festland gewesen war. Auch in den beiden Eocänbuchten südlich der Flyschzone bestanden während des Priabonien örtlich mehrfache Unterschiede in der Wassertiefe. Im Reichen-

haller Becken war sie im Zentrum, wo sich bei Großgmain die Zementmergel mit Mikrofauna bildeten, jedenfalls größer als bei dem Korallenriff von Hallturm und möglicherweise auch größer als im Norden, wo bei Staufeneck eine reiche Molluskenfauna und schöne Einzelkorallen gediehen. Auch im Inntaler Becken gab es offenbar Unterschiede in den Tiefenverhältnissen. Im Westen, am Mühlbachberg findet man fast nur plattige Gesteine — verfestigten Detritus von Hauptdolomit —, auf welchen Steinkerne von *Mactra compressa* und *Oppenheimia Gardinalei* liegen, im Zentrum, Luegsteinsee ist eine mergelige Breccie mit *Rimella fissurella* etc. Erratisch, aber sicher aus nächster Nähe stammend, fand ich einen Block mit einem Stamm und Zweigen der für Häring so charakteristischen *Sequoja Sternbergi*, an welchen zahlreiche Muscheln und Schnecken, darunter *Rostellaria goniophora, Natica Garnieri, Corbula gallica* und verschiedene Blätter von Häringer Dicotyledonen angeschwemmt waren, wodurch der sichere Beweis erbracht ist, daß die Häringer Pflanzenschichten noch dem Priabonien angehören. Im Osten endlich, bei Primau, fand Prof. Leuchs Mergel mit *Fusus* und einem guterhaltenen *Amplogladius athleta*. Unterschiede in den Tiefenverhältnissen bestanden in diesem Becken aber auch noch im Unteroligocän, wo der Boden der Oberaudorfer Meeresbucht trockengelegt war und im Süden die Häringer Zementmergel, im Osten — Kössen und Reut im Winkel — die Strandbreccien gebildet wurden.

Diese Schwankungen in den Tiefenverhältnissen des bayrischen Eocänmeeres und die Verlagerungen der Meeresbuchten im Priabonien und Lattorfien lassen sich nur durch Hebungen bezw. Senkungen von Teilen der Erdkruste erklären. Sie haben in unserem Gebiete schon im Cenoman begonnen und sind auch während der jüngeren Kreidezeit nie zum völligen Stillstand gekommen. Wie die lokal stets sehr verschieden ausgebildeten gleichaltrigen Kreideschichten zeigen, bestanden auch schon damals beträchtliche Unterschiede in den Tiefenverhältnissen. Auch damals fand die Ablagerung in größerer Wassertiefe stets im Norden statt, die Strandbildungen hingegen haben immer ihren Platz im Süden. Zugleich verlagerte sich das Meer immer weiter nach Süden, bis es im Senon ganz auf die Eiberger Bucht beschränkt war. Es ist nicht meine Aufgabe, zu untersuchen, wie und ob diese so mannigfachen Vorgänge, welche sich auf einem verhältnismäßig so winzigen Raum abgespielt haben, mit der Deckentheorie in Einklang zu bringen sind.

Was die Beziehungen der von mir untersuchten Eocänfaunen zu anderen gleichaltrigen Tiergesellschaften betrifft, so haben die des Thanetien und Cuisien überhaupt nur im Pariser Becken ein Analogon. Es muß also zwischen beiden Gebieten eine Meeresverbindung existiert haben, die sich allerdings vorläufig nicht

rekonstruieren läßt, denn es ist doch nicht wohl anzunehmen, daß die beiden Becken gemeinsamen Arten im nordalpinen Gebiet autochthon entstanden wären, da eben für die meisten von ihnen Vorläufer in den alpinen Kreidefaunen fehlen. Auch die Faunen des Lutetien verweisen in der Hauptsache auf das Pariser Becken, sie enthalten aber doch auch viele südliche Elemente — Arten des Vicentin, von Biarritz und selbst von Ägypten. Die Verbindung mit dem Adourbecken war durch die Schweiz vermittelt, wo etwa auch ein Zusammenhang mit dem Vicentin bestand. Das Adourbecken selbst war sicher, wenn auch nur lose, mit dem Pariser Becken verbunden. Letzteres ist nun freilich viel artenreicher als das Adourbecken, allein der Umstand, daß hier Arten fehlen, welche das nordalpine Becken mit dem von Paris gemein hat, läßt sich allenfalls dadurch erklären, daß diese Arten auf ihrer Wanderung das Meer des Pyrenäenvorlandes als planktonische Larven passierten, um sich dann im nordalpinen zu geschlechtsreifen Tieren zu entwickeln und hier neue Wohnsitze zu gründen. Noch viel notwendiger ist diese Erklärung für die räumlich so ungemein beschränkte Priabonienfauna der bayrischen Alpen. Die meisten Arten hat sie mit jener des Vicentin gemein, die ihrerseits mit der Priabonienfauna der Westalpen und des Adourbeckens nur ziemlich lose verbunden war. In die Reichenhaller und in die Inntaler Bucht konnte diese Fauna nur gelangen bei Passierung des scheinbar fossilfreien tierfeindlichen Flyschmeeres. Selbst jene Arten, welche schon im nordalpinen Lutetien gelebt haben oder aus solchen dieses Lutetien entstanden sind, mußten, um in diese beiden Buchten zu gelangen, irgendwie das Flyschmeer durchquert haben, was eben am leichtesten im Larvenzustande möglich war. Die gleiche Annahme gilt endlich auch für die Fauna des Lattorfien, soweit es sich nicht um Arten handelt, die hier bereits im Priabonien gelebt oder sich aus Arten des Priabonien entwickelt haben. Während jedoch die Wanderungen im Eocän von Westen nach Osten erfolgten, ändert sich im Unteroligocän die Richtung in eine solche von Süden — Vicentin — nach Osten — Ungarn —, und von da nach Westen, wobei allerdings die Herkunft jener Arten, welche die Fauna von Häring mit jener von Norddeutschland gemein hat, wenigstens zurzeit ein ungelöstes Rätsel bleibt. Für die Herkunft unserer Eocänfauna haben die Faunen Ungarns sicher keinerlei Bedeutung. Ebensowenig ist dies der Fall hinsichtlich der Eocänfauna von Guttaring in Kärnten. Alle diese östlichen und südlichen Eocänfaunen sind nur modifizierte Ausläufer der Eocänfaunen des Vicentin.

Über eine pliocäne Wirbeltierfauna aus Rumänien.

Von **J. Simionescu** in Jassy (Rumänien).

Zwar sind aus den Tertiärbildungen Rumäniens bereits verhältnismäßig zahlreiche Säugetierreste beschrieben worden, doch eine so reiche Fauna, wie die mir jetzt vorliegende, war noch nicht bekannt; nur aus Bessarabien kannten wir einen ähnlichen Reichtum. Die hier mitgeteilte Fauna wurde in den sandigen Tertiärablagerungen von Maluschteni (Distrikt Covurlui in Moldau) gesammelt und gehört der Sammlung des Geolog. Instituts der Universität Jassy. Die Lokalität Maluschteni liegt einige Kilometer westlich von Bereschti, woher ich eine dacische Molluskenfauna erwähnt habe[1]. Die Wirbeltierfauna besteht aus Resten verschiedener Klassen; insgesamt zeigt sie eine vollständige paläobiologische Einheit. Bis die eingehendere paläontologische Behandlung derselben veröffentlicht werden kann, sei mir gestattet, hier ein Verzeichnis der die Fauna zusammensetzenden Formen anzugeben.

Primates. *Macacus florentinus* Cocchi, als solcher auch von S. Athanasiu bestimmt[2]. Ein Fragment des linken Unterkiefers mit M_3; ein unterer M.

Proboscidea. *Mastodon arvernensis* Cr. et Joub. Fragmente von M.

Mastodon Borsoni Hays. M.

Artiodactyla. *Sus* sp. Ein Fragment des Unterkiefers.

Capreolus cfr. *australis* de Serres. Unterkieferfragmente; Zähne; verschiedene Knochen. Die als *C. caprea* von S. Athanasiu bestimmten Fragmente gehören sehr wahrscheinlich hierher, da die Basalpfeiler beständig wohlentwickelt sind.

Cervus sp. Nach der Gabelung und dem Durchschnitt des Geweihs sind mehrere Arten vertreten. Die allzu fragmentarisch erhaltenen Bruchstücke erlauben keine nähere Bestimmung.

Palaeoryx Athanasiui n. sp. Ein ziemlich vollständiges Skelett: Schädel mit Gebiß und Hörnern, die zwei dazugehörigen Kieferäste, viele Halswirbel und andere fragmentarische Skelettknochen. Viel größer als *P. boodon* und *P. Pallasi*; die sonstigen besonderen Merkmale werden bei der genaueren Beschreibung angegeben.

---

[1] J. Simionescu et V. Theodorescu, Note préliminaire sur une faune pontique de Moldavie. Annales scient. de l'Univ. de Jassy. 1909.

[2] S. Athanasiu, Resturi de mamifere cvaternare de la Măluşteni in jud. Covurlui. Annarul Institut. geol. Vol. VI (1912). Bucuresti 1915.

Perissodactyla. *Tapirus arvernensis* Dev. et B. Ein isolierter M.
Rhinoceros sp. Unvollständiger Zahn einer größeren Art.
Hipparion gracile Kaup. Oberer M.

Rodentia. *Castor* cfr. *prefiber* Dep. Mehrere isolierte Zähne.
Lagomys corsicanus Cuv. Mehrere bezahnte Unterkiefer.
Lepus cfr. *timidus* L., ebenso.
Cricetus sp. Mehrere isolierte Zähne und einige Unterkiefer.
Andere, zahlreiche, unbestimmte Zähne.

Carnivora. *Vulpes* cfr. *Donnezani* Dep. Ein fast vollständiger Unterkiefer ohne C.
Lutra rumana n. sp. Fragmente der Unterkiefer mit I, C und P. Nach der Stärke des C muß das Tier viel größer gewesen sein als die heutigen *L. inunguis* und *L. marina*.
Mustela sp. Linker Unterkiefer mit Alveolen und P_2.

Aves. Verschiedene Knochen.

Reptilia. Zahlreiche isolierte Knochenplatten und Skelettknochen, die wenigstens zwei verschiedene Gruppen von Schildkröten angehören. Einige sind dick, so wie bei *Clemmys*, andere gehören einer *Testudo*-Art.

Pisces. (Fam. Lamnidae.) Zahlreiche Wirbel von 5 mm bis 30 mm Durchmesser und ein Flossenstachel, die die Anwesenheit einer relikten marinen Fauna in der pontischen Brackwassersee zeigen.

Nach dem gesamten Charakter besitzt die Wirbeltierfauna von Maluschteni sehr nahe Beziehungen zu derjenigen, welche von Depéret aus Südfrankreich eingehend beschrieben wurde. Sie zeigt, daß die sandigen, fluviolakustren Ablagerungen von Maluschteni dem oberen Pliocän angehören. Eine fast identische Fauna wurde auch von J. Khomenko[1] aus Südbessarabien (Rumänien), nicht weit von Maluschteni, jenseits des Pruth, erwähnt. Beide beweisen mit sehr vielen Vertretern der Steppe (Nager) fast subtropisches Klima.

[1] J. Khomenko, Roussillonfauna in Südbessarabien. Trav. d. Natural. de Bessarabie. Vol. VI (1914—15). Kischinew 1917 (russ.).

Besprechungen.

H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Ein Hilfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien. Bd. I. 1. Hälfte. Die petrographisch wichtigen Mineralien. Untersuchungsmethoden. Fünfte, völlig umgestaltete Auflage von **E. A. Wülfing.** 1. Lieferung mit 192 Fig. im Text und einer farbigen Tafel.

Nach dem Tode von H. Rosenbusch beginnt nun sein Werk zum 5. Male zu erscheinen. Schon in der 4. Auflage 1905 hatte das Buch eine totale Umarbeitung erfahren. Dieselbe ist seinerzeit eingehend besprochen worden und es kann in manchem, was den Inhalt anbelangt, darauf (dies. Centralbl. 1905. 119, 486) Bezug genommen werden. Die neue 5. Auflage hat indessen wiederum durch E. A. Wülfing eine vollkommene Umarbeitung erfahren, so daß es sich, wie Verf. in der Vorrede bemerkt, „abermals fast um ein neues Werk handelt". Bisher liegt von der ersten Hälfte des ersten Bandes die erste Lieferung vor, die die Präparationsmethoden und den allgemeinen und theoretischen Teil der Optik umfaßt. Das Maß der Umarbeitung beleuchtet vielleicht die Gegenüberstellung des Umfangs gegen die vorige Auflage, indem den 210 Seiten des in dieser Lieferung befindlichen optischen Teils etwa 151 Seiten in der 4. Auflage entsprechen. Bei dieser Fülle des hinzutretenden Neuen mußte manches, was entbehrlich schien, fortgelassen werden. So sind jetzt die Kapitel über rechnerische Hilfsmittel und stereographische Projektion sowie ein Teil der geometrischen Optik weggefallen.

Die Einleitung (p. 1—3) ist erweitert durch einen Abschnitt über methodisches Arbeiten. Der erste Teil behandelt dann die Präparationsmethoden (p. 4—41). Auch dieser ist bis auf die neueste Zeit erweitert und ergänzt. So bringt z. B. der Abschnitt über die Herstellung von Dünnschliffen die Abbildung und Beschreibung einer Schleifmaschine, die sich seit 12 Jahren im Heidelberger Institut bewährt hat, sowie den Wülfing'schen Apparat zum Auskochen und Imprägnieren lockerer Präparate. Neu eingefügt ist ein Abschnitt über Dünnschliffe von Salzgesteinen; die Kapitel über orientierte Schliffe und die Herstellung ebener polierter Flächen sind wesentlich erweitert mit Beschreibung und Abbildung der Apparaturen. Die Herübernahme der Kapitel über die Präparationsmethoden, die in der 4. Auflage noch den optischen Teil unterbrachen, an den Anfang des Buches bedeutet eine entschiedene Verbesserung.

Der Hauptteil des Buches ist nunmehr im Zusammenhang der Optik gewidmet. Aber auch hier ist eine wesentliche Verbesserung eingetreten, indem die allgemeinen Kapitel über Brechung, Atom- und Molekularrefraktion, Interferenz und Polarisation in den ersten Teil gestellt worden sind. Dadurch ist das Buch auf dem in dem Referat zur 4. Auflage angedeuteten Wege fortgeschritten, ein „Kompendium der Kristalloptik mit spezieller Berücksichtigung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden" zu werden, und es wird auch in der neuen Form immer mehr das Buch für den Petrographen werden, zumal auch die Bearbeitung der neuen Auflage wieder erkennen läßt, daß Verf. bestrebt ist, dem Petrographen nicht nur das zu bringen, was er braucht, sondern auch, wie er es braucht, wenn auch freilich die Ansprüche und Bedürfnisse des einzelnen je nach dem Wege, auf dem er aus seiner physikalischen Schulung an das petrographische Arbeitsgebiet herankommt, gerade bei der Kristalloptik immer individuell verschieden sein werden. Daneben wird aber das Buch auch weit über die Kreise der eigentlichen Petrographen hinaus von den in der Physik weniger geübten Mineralogen, Chemikern etc. zur Einführung in die Grundzüge der Kristalloptik benutzt werden, gerade durch das vom Verf. ausdrücklich hervorgehobene Bestreben, den Stoff auch den „Nichteingeweihten" verständlich zu machen. Außerdem wird das Werk auch immer den Vorzug behalten, daß es eine in der eigenen Lehrtätigkeit des Verf.'s erprobte Darstellung des Stoffes enthält. Demgemäß sagt auch der Verf. in der Vorrede, daß er die Art der Bearbeitung des Stoffes als seine Hauptaufgabe betrachtet.

Der Inhalt des bisher vorliegenden optischen Teils ist in der neuen Anordnung folgender. I. Grundvorstellungen der Kristalloptik. 1. Allgemeines. Lichttheorien. — Definitionen. Hier ist zu begrüßen, daß der Begriff der Ätherelastizität (und entsprechend in den späteren Abschnitten die Bezeichnung der Elastizitätsfläche) fortgelassen worden ist. Statt dessen wird der Begriff des Lichtvektors als „indifferenter Ausdruck für die Kraft, die das Maß der Lichtausbreitung bedingt", gebraucht. — Bei der Einteilung der Kristalle nach ihren optischen Eigenschaften wird eine Tabelle der 32 Abteilungen nach 10 Gruppen gegeben. — 2. Isotrope Kristalle ohne Zirkularpolarisation. Lichtausbreitung. — Reflexion, Brechung, Totalreflexion. Mit einer Tabelle der Brechungsindizes und Grenzwinkel der Totalreflexion. — Huygens'sche Konstruktion. — Absoluter und relativer Brechungsindex. — Weißes Licht und einfarbiges Licht. Der Abschnitt über Dispersion ist erweitert mit einer Tabelle der relativen Dispersion einachsiger Medien und Diskussion der Dispersionsformeln. — Refraktionskonstante. Erweitert durch Diskussion der Formeln und Tabelle der mittleren Lichtbrechung nach Mallard und Pope. — Brechungsindizes von Mischungen. — Molekular- und Atomrefraktion. —

3. Anisotrope Kristalle ohne Zirkularpolarisation. A. Optisch einachsige Kristalle. 1. Huygens und die Lichtbrechung im Kalkspat. — Doppelbrechung. — Polarisiertes Licht. Gegen die 4. Auflage ebenso wie der folgende Abschnitt erweitert. — Polarisationsebene, Schwingungsebene und Schwingungsrichtung. Manche werden hier vielleicht nach Fortfallen des Begriffes der Elastizitätsrichtung die Anwendung der Polarisationsrichtung (die wohl der indifferenteste Ausdruck ist) vermissen. — Doppelschalige Flächen. Flächen der Lichtausbreitung. — Doppelschalige und einschalige Flächen. Strahlengeschwindigkeitsfläche und Fresnel'sches Ellipsoid. Wellengeschwindigkeitsfläche und Ovaloid. Indexfläche und Indexellipsoid (Indikatrix). — Übersicht der Bezugsflächen einachsiger Kristalle. Außer der als Textfigur gedruckten Taf. I der 4. Auflage noch durch einzelne Textfiguren der 6 Flächen je für positive und negative Kristalle nebeneinander erläutert. — B. Optisch zweiachsige Kristalle. Historisches. — Doppelschalige Flächen der Lichtausbreitung und ihre Beziehungen zu einschaligen Flächen. Strahlengeschwindigkeitsfläche und dreiachsiges Fresnel'sches Ellipsoid. Wellengeschwindigkeitsfläche und dreiachsiges Ovaloid. Indexfläche und dreiachsiges Indexellipsoid (Indikatrix). Erweitert durch Ableitung der Indexfläche aus der Indikatrix. In Fig. 94 Abbildung eines Modells für Indexfläche, Strahlengeschwindigkeitsfläche, Wellengeschwindigkeitsfläche und Einheitskugel, das man aus zwei als Strahlengeschwindigkeitsflächen käuflichen Modellen, die zufällig die entsprechenden Dimensionen zueinander haben, konstruieren kann. — Schwingungsebene beliebiger Wellennormalen. Hauptschnitte. Fresnel'sche Konstruktion. — Lichtausbreitung in beliebiger Richtung. — Strahlenachsen und optische Achsen. — Achsenwinkel und Brechungsindizes. — Einteilung der optisch zweiachsigen Kristalle nach Kristallsystemen. — Übersicht der 6 Bezugsflächen zweiachsiger Kristalle. — Optische Charakteristik zweiachsiger Kristalle. — 4. Kristalle mit Zirkularpolarisation. Entsprechend dem Charakter des Buches sind die Erscheinungen der Zirkularpolarisation wie in der vorigen Auflage nicht weiter behandelt. — 5. Interferenzerscheinungen. 1. Allgemeines. Newton'sche Farben. Erweitert mit 5 neuen Textfiguren. — Neu eingefügt ist der Abschnitt über Abweichung der Interferenzfarben der Kristalle von den reinen Newton'schen Farben. Dispersion der Doppelbrechung. — Grundlagen zur Beobachtung der Interferenzerscheinungen. Fresnel-Arrago'sche Gesetze. Paralleles und konvergentes Licht. — 2. Interferenzerscheinungen im parallelen polarisierten Licht. Isotrope Körper. — Anisotrope Körper. — Analytische Darstellung der Lichtbewegung. — Fresnel'sche Formel und ihre Diskussion. — Anisotrope Kristalle senkrecht zu einer optischen Achse. — Mehrere übereinanderliegende anisotrope

Blättchen. — Anisotrope Zwillingskristalle. — 3. Interferenzerscheinungen im konvergenten polarisierten Licht. Vorbemerkungen. — Isochromatische Flächen oder Flächen gleichen Gangunterschiedes. Umgearbeitet und erweitert. — Isogyren oder Kurven gleicher Schwingungsrichtung. Erweitert mit 7 neuen Textfiguren. — Einachsige Kristalle senkrecht zur optischen Achse. — Einachsige Kristalle sehr schief bezw. parallel zur optischen Achse. — Zweiachsige Kristalle senkrecht zur spitzen und stumpfen Bisektrix. — Zweiachsige Kristalle senkrecht zu einer optischen Achse. — Zweiachsige Kristalle parallel zur Ebene der optischen Achsen. — Neu eingefügt ist der Abschnitt über zweiachsige Kristalle in mäßig schiefen Schnitten allgemeinster Lage. — Dispersion der Achsen im rhombischen System. — Dispersion der Achsen im monoklinen System. Die beiden letzten Abschnitte mit neuen Textfiguren. — Dispersion der optischen Achsen im triklinen System. — 6. Erscheinungen der Absorption. Farbe der Mineralien. — Pleochroismus. — Pleochroismus einachsiger Kristalle. — Pleochroismus zweiachsiger Kristalle. — Absorptionsbüschel. — Pleochroismus und Interferenzerscheinungen. — Pleochroitische Höfe. — Künstlicher Pleochroismus. — Neu eingefügt ist das Kapitel über Lumineszenz. — 7. Änderung der optischen Eigenschaften durch äußere Einflüsse. Optische Anomalien. — Änderung des optischen Verhaltens mit der Temperatur. — II. Herstellung von polarisiertem Licht. Allgemeines. Erweitert mit Tabellen von Brechungsindizes und Polarisationswinkel charakteristischer Substanzen und Mineralien. — Nicol'sches Prisma. — Hartnack-Prazmowski'sches und Thompson'sches Prisma. Erweitert. — Foucault'sches und Glan'sches Prisma. — Bertrand'sches und andere Prismen. — Schwingungsrichtung eines polarisierenden Prismas. — III. Herstellung von einfarbigem Licht. Lichtfilter. Erweitert mit Tabellen zur Herstellung der Lösungen. — Monochromatische Flammen. Ergänzt durch die neueren Konstruktionen. — Plücker'sche Wasserstoffröhre und Quecksilberbogenlampe. — Monochromator. Ergänzt durch die neueren Apparaturen.

Beigegeben ist der Lieferung die farbige Tafel Interferenzfarbe, Gangunterschied, Dicke und Doppelbrechung.

Weiter wird nach Erscheinen der zweiten Lieferung zu berichten sein. Eines aber muß vor allem hier noch hervorgehoben werden, das ist die trotz der Ungunst der Zeit gediegene Ausstattung in Papier und Druck, die sich in nichts von der vorigen Auflage unterscheidet. **Arthur Schwantke.**

W. M. Davy and C. M. Farnham: Microscopic examination of the ore minerals. New York. 1920. 154 p. 6 Fig.

Das Werk zeigt gegenüber dem von J. Murdoch (Ref. dies. CBl. 1921. p. 256), das ebenfalls die mikroskopische Untersuchung der Erze im auffallenden Licht behandelt, einige Unterschiede. Die Anordnung der Erze nach der Farbe des mikroskopischen Bildes der Anschliffe im auffallenden Licht wurde aufgegeben, weil sich besonders die einzelnen Nuancen des Weiß nicht leicht voneinander trennen ließen, ferner die Politur auf die Farbe einwirkte und endlich die Farben desselben Erzes subjektiv anders wirkten je nach seiner Umgebung. [Diese Fehler werden ausgeschaltet durch Vergleichung mit den Ostwald'schen Farbtafeln, wie Ref. es tut.] Ferner sind die vielen Ätzmittel, die Murdoch benützt, durch vier oder fünf ersetzt, die für jedes Erz angewandt werden. [Es fehlt auch hier wieder, wie im Murdoch'schen Werk, die Unterscheidung zwischen spezifischen Ätzmitteln zur Erkennung eines bestimmten Erzes und solchen, die das gesamte Gefüge eines Anschliffes hervorrufen. Ref.] Neu eingefügt ist das Lötrohrverhalten der einzelnen Erze, was Ref. nicht als Fortschritt bezeichnen möchte, da ja gerade das Lötrohr bei den Hauptobjekten der chalkographischen Methodik, den eng verwachsenen Erzen, versagt, bezw. nichts über die einzelnen Komponenten aussagen kann.

Die Kapitel über den Schleif- und Polierprozeß, die Mikrophotographie und die mikroskopische Beobachtung bringen gegenüber dem Murdoch'schen Werk wenig Neues. Das polarisierte Licht wird zur Untersuchung nicht herangezogen. Neu ist die Verwendung der elektrolytischen Anätzung und der elektrischen Leitfähigkeit zur Diagnose der Erze, wozu einfache Vorrichtungen angegeben werden. Die verwandten Ätzmittel sind: HNO_3, HCl, KCN, $FeCl_3$, $HgCl_2$, KOH, also nur solche, die auch Murdoch schon anwandte. [Die besten Ätzmittel für Erze, saure und alkalische Oxydationsmittel, die Ref. mit Vorliebe jetzt anwendet, werden überhaupt nicht erwähnt.] Die Bestimmungstabellen des speziellen Teiles sind angeordnet nach dem Verhalten der einzelnen Erze gegen die oben erwähnten Ätzmittel, und innerhalb der sich gleich verhaltenden Erze nach Härte und Farbe. Es werden 143 Mineralien angeführt. Am Schluß befinden sich noch einige Zusatztabellen: besonders stark gefärbte Erze, die inneren Reflexfarben durchsichtiger Erze, die Farben des Strichpulvers, die elektrische Leitfähigkeit (nur in Relativzahlen angegeben), die gegenseitigen Potentialdifferenzen (ebenfalls nur relativ), die Erze, geordnet nach den einzelnen chemischen Elementen und endlich einige Lötrohr- und pyrochemische Angaben. **H. Schneiderhöhn.**

Dr. **Alfons Lehner**: Tafeln zum Bestimmen der Mineralien auf chemischem Wege, besonders vor dem Lötrohr. 8°. 93 p. Berlin und Leipzig 1921. Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Preis 10 Mk.

Das in diesem CBl. 1921, p. 703 besprochene erste Heft wird durch das vorliegende ergänzt; was da als fehlend bezeichnet war, ist in diesem enthalten, wie schon aus dem Titel zu ersehen. Die Tafel I bringt eine gedrängte Übersicht über die Reaktionen der Elemente; für jedes Element werden die wichtigsten Reaktionen der gewöhnlichen qualitativen Analyse auf nassem Wege angegeben, sodann die auf trockenem Wege, insbesondere mit dem Lötrohr, zu ermittelnden, und die mikrochemischen Reaktionen. Die Tafel II enthält die Mineralien getrennt in solche mit und ohne Metallglanz, und weiter geordnet nach chemischer Zusammensetzung und chemischem Verhalten, wobei die Reihenfolge nach der leichten Bestimmbarkeit gewählt ist. Der für flüchtige Mineralien benutzte Ausdruck „verbrennend" kann leicht irreführen. Von den Mineralien wird der Name genannt und die einfachste Formel zugefügt ohne weitere Angaben über Farbe oder sonstige Eigenschaften, da diese in den früher erschienenen Tafeln enthalten sind. So ist es ratsam, zum Bestimmen von Mineralien beide Teile nebeneinander zu benutzen; nach diesen Tafeln allein könnte z. B. Realgar und Auripigment nicht unterschieden werden. **R. Brauns.**

Hugh S. Spence, M. E.: Le Graphite. Canada. Ministère des Mines. Division des Mines. Ottawa 1921. 8°. 212 p. 56 Taf. 43 Abbild. im Text u. 6 Karten.

Eine ausführliche Schrift über Graphit. Das erste Kapitel behandelt Geschichte des Graphits allgemein und seine chemischen und physikalischen Eigenschaften; das zweite Vorkommen und Bildungsweise; das dritte Zusammensetzung und wirtschaftliche Bedeutung der Graphitgruben. Die übrigen sieben Kapitel sind vorzugsweise dem Graphit von Canada gewidmet und behandeln sein Vorkommen, seine Verarbeitung, künstlichen Graphit, seine vielfache Verwendung und die Graphitindustrie Canadas. Im neunten Kapitel wird eine Übersicht über die Graphitvorkommen der ganzen Erde gegeben, im letzten Angaben über den Gehalt an Kohlenstoff. Die zahlreichen Tafeln veranschaulichen die Beschaffenheit von blättrigem und faserigem Graphit, die Art des Vorkommens, die Gewinnung, Verarbeitung und Geräte aus Graphit. **R. Brauns.**

Druckfehlerberichtigung.

Auf p. 687, Zeile 12 v. o. des Centralbl. 1921 muß es statt Laminationsbewegung heißen: **Laminar**bewegung.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur chemischen Konstitution von Silikaten.

(3. Mitteilung.)

Von **B. Gossner** in Tübingen.

Natronsilikate.

Zum Albit ist noch nachzutragen, daß die kristallstrukturellen Beziehungen zum Anorthit vielleicht zweckmäßig auch im Bild für die chemische Zusammensetzung zur Darstellung gebracht werden können. Die kristallographische Gleichwertigkeit $Si\,Na = Al\,Ca$ führt von Anorthit $[Si\,O_3\,Ca\,.\,Si\,O_2\,.\,Al_2O_3]$ natürlich direkt auch zum Albit $[Si\,O_3\,Na\,.\,Si\,O_2\,.\,Si\,Al\,O_3] = \frac{1}{2}\,[Si\,O_3\,Na_2\,.\,Si\,O_2\,.\,Al_2O_3]\,.\,4\,Si\,O_2$. Die erstere Darstellung trägt den kristallographischen Beziehungen Rechnung und sieht sich darum vom chemischen Standpunkte aus etwas eigenartig an. Die letztere ist das Bild der chemischen Verhältnisse, d. h. sie stellt dar, welche Komponenten sich nach der Art echter Doppelverbindungen zum größeren Komplex des Albitkristalles vereinigen.

Eine Prüfung der vorliegenden Analysen des Jadeit ergab, daß dieser kaum als Hauptbestand den Komplex $[Si\,O_3\,Na_2\,.\,Si\,O_2\,.\,Al_2O_3]\,.\,2\,Si\,O_2$ enthält. Bei den Analysen von Clarke und Merrill z. B. bleibt der Gehalt an Na_2O weit hinter der theoretischen Zahl (15,4 % Na_2O) zurück, ohne daß dafür im Sinne der älteren Auffassung nennenswerte Mengen anderer Oxyde, z. B. $Ca\,O$, als „isomorphe Vertreter“ vorhanden wären. Wir werden weiter unten neue Beispiele sehen, welche dartun, daß in Silikaten einer isomorphen Gleichwertigkeit $Ca = Na_2$ keine größere Bedeutung zukommt. Ca wird durch Na vielmehr nur dann in großem Umfang ersetzt, und zwar 1 Ca durch 1 Na, wenn gleichzeitig für ein Al ein Si eintritt, also im Sinne der kristallographischen Gleichwertigkeit $Al\,Ca = Si\,Na$. Nimmt man diesen Ersatz im obigen Silikatkomplex vor, dann sinkt der Gehalt an $Si\,O_2$ und jener an Al_2O_3 steigt. Nun zeigt keine Analyse einen höheren Gehalt an Al_2O_3 als der Zusammensetzung des reinen Na-Silikates entspricht; im Gegenteil, dieser Gehalt ist durchweg niedriger. Der prozentische Wert für $Si\,O_2$ bewegt sich ziemlich konstant in der Nähe der Zahl 59,4 % $Si\,O_2$ für obige Formel.

Aus den bisherigen Analysen läßt sich eine Entscheidung in der Frage der Zusammensetzung des Jadeit nicht treffen, auch dann nicht, wenn man noch die weitere, bei Silikaten geltende

kristallographische Gleichwertigkeit $SiO_3Mg = Al_2O_3$ heranzieht. Es sei nur noch erwähnt, daß das ziemlich reine Natronsilikat, welches Clarke und Merrill analysierten, sehr nahe ein Verhältnis $Al_2O_3 : Na_2O = 4 : 3$ und $SiO_2 : Na_2O = 5 : 1$ gaben. Die Frage, ob dem Komplex $[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . 2SiO_2$ die Bedeutung eines selbständigen mineralogischen Körpers zukommt, muß noch offen bleiben. In isomorphen Mischungen spielt sein Äquivalent $[SiO_3Na . SiAl_2O_3] = [SiO_3Ca . Al_2O_3]$ vermutlich eine gewisse Rolle beim gewöhnlichen Augit.

Hier wollen wir uns vorwiegend mit den folgenden Natronsilikaten beschäftigen:

$6[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . SiO_2$ oder $3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . SiO_2$	Nephelin,
$3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . Na_2Cl_2$	Sodalith,
$3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . Na_2SO_4$	Nosean,
$3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . Ca_2(SO_4)_2$ (nebst Isomorphie mit Nosean)	Hauyn,
$3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . (CO_2H)_2Ca$	Cancrinit.

Zum Formelbild selbst ist nach den früheren Darlegungen nichts weiter zu bemerken. Dagegen sei besonders erwähnt, daß die Formeln auch tatsächliche Richtigstellungen enthalten, vor allem bei Nosean. Man sieht hieran deutlich die nachteilige und komplizierende Wirkung des Bestrebens, dem Kristallbestande eines Silikates eine einzige Molekularformel zuzuteilen. Um die Analogie der Gruppe zu bewirken, hat man dem Nosean eine Formel zugeschrieben, welche in keiner Weise mit der Gesamtheit der vorliegenden Analysen in Einklang zu bringen ist.

Zur Erläuterung und Begründung ist bei den Gliedern der Tabelle folgendes zu bemerken:

Nephelin. Die Theorie der „festen Lösung“ zur Erklärung des Überschusses an Kieselsäure spielte hier eine besondere Rolle, sei es in der Annahme von eingelagertem SiO_2 oder von albitähnlichem Komplexe. Er war eine Theorie, ad hoc geschaffen, darum unbefriedigend und nicht unbedenklich, einerseits wegen ihrer Auswirkung, andererseits deswegen, weil sie mit unserer bisherigen Kenntnis der gegenseitigen Vertretung kristallographisch gleichwertiger Bestandteile nicht im Einklang stand. Selbst bei der Isomorphie Albit-Anorthit wird Atom durch Atom ersetzt. Man verwies auf das Wasser bei Zeolithen. Aber dieser Fall scheint doch wesentlich anders geartet zu sein, mit Rücksicht auf die außerordentlich kleine Masse des H-Atoms gegenüber allen anderen Bausteinen im Silikatkristalle[1]. Die beiden obigen Formeln entsprechen konstanter Zusammensetzung, bei Übereinstimmung der Kristallsymmetrie mit einer gewissen Symmetrie im Formelbau.

[1] Zu dieser Frage soll übrigens bald ein Beitrag folgen.

Die Analyse von Foote und Bradley ist in hinreichender Übereinstimmung mit der ersten Formel, wie man aus folgendem entnehmen kann:

	Analyse	Mol.-Verh.
SiO_2	44,46	6,7
Al_2O_3	33,11	3
Fe_2O_3	0,96	
K_2O	5,61	3
Na_2O	16,32	
H_2O	0,38	—
	100,84	

Trotzdem ist zu erwägen, ob nicht die zweite, einfachere Formel den Vorzug verdient, obwohl das Molekularverhältnis statt 7 : 3 : 3 in der Analyse 6,7 : 3 : 3 ist. Es ist zu bedenken, daß um 0,84 % zuviel gefunden wurde, ein Betrag, der hauptsächlich in den Alkalien steckt, weil für SiO_2 regelmäßig zu niedrige Werte gefunden werden. Angesichts dieses Mangels ist die Annäherung an obige Formel nicht außer acht zu lassen.

Bemerkt sei, daß die meisten bei Hintze angeführten Analysen noch höhere Werte für SiO_2 angeben, trotz eines geringen Gehaltes an CaO, welches diesen bei der Art der Vertretung noch mehr herabdrückt; der Al_2O_3-Gehalt ist dagegen fast durchweg niedriger, ebenfalls eine Folge des Eintrittes von AlCa an Stelle von SiNa. Der K_2O-Gehalt bewegt sich meist in der Nähe des oben angegebenen Wertes. Sein Einfluß kann deswegen bei der Vergleichung außer acht bleiben.

Foote zieht dann weiter noch die Analysen von Morozewicz in Betracht. Auch diese widersprechen unserer Auffassung nicht. Einige derselben zeigen bei geringem CaO-Gehalt bis zu 0,8 % H_2O, welches anscheinend nicht zum eigentlichen Bestand gehört, dessen Anwesenheit aber die Beweiskraft der Analysen verringert. Andere Analysen gaben bis zu 3 % CaO. Man darf aber bei der Rechnung nicht $Ca = Na_2$ setzen, weil offenbar auch hier die Gleichwertigkeit AlCa = SiNa wirksam ist. Auch bei der neuen Art der Rechnung bleibt Al_2O_3 : Alkali = 1 : 1, wie man sieht, wenn man z. B. mit Hilfe dieser Gleichwertigkeit Albit Si_3O_8AlNa in Anorthit $Si_2O_8Al_2Ca$ überführt; es ist $Al_2O_3 : Na_2O = Al_2O_3 : CaO$. Das Ergebnis der exakten Analysen, das Verhältnis Al_2O_3 : Alkali (+ CaO) = 1 : 1, stimmt also auch auf unsere Formel. Dagegen muß mit Eintritt der genannten Isomorphie der SiO_2-Gehalt sinken, wie beobachtet wurde.

Die hier dargelegte Auffassung von der Zusammensetzung des Nephelins braucht keine neue Hypothese. Sie ist dabei nicht schlecht in Übereinstimmung mit dem analytischen Befund. Obige Formel stimmt nun ausgezeichnet zur hexagonalen Form des Nephelins. Sie enthält alle Voraussetzungen, nämlich die gleichartigen Atome in der Sechszahl. Sie gruppieren sich offenbar

gesetzmäßig um die Atome des einzelnen SiO_2. Die Formel stimmt aber auch sehr gut zu den anderen Typen der Vereinigung des Natriumsilikatkomplexes mit einfachen Salzen.

Nephelin ist also in der Hauptsache obiger Komplex. Bemerkenswert bedeutend ist die isomorphe Vertretung von Na durch K. Der Ca-Gehalt ist gering, aber nicht als Folge der Isomorphie $Ca = Na_2$, sondern als Folge der kristallographischen Gleichwertigkeit $SiNa = AlCa$. Gegenüber den Plagioklasen ist diese also hier nur wenig wirksam. Ob das mit der Anwesenheit von K oder mit dem ursprünglichen geringeren Ca-Gehalt im Stoffsystem, in welchem das Mineral sich bildete, zusammenhängt, braucht hier nicht weiter erörtert zu werden. N. L. Bowen hat Nephelinmischkristalle mit größerem CaO-Gehalt hergestellt. Ihre zweite Komponente ist nur nicht Anorthit, sondern jedenfalls im Sinne der obigen kristallographischen Gleichwertigkeit zu deuten.

Auffallenderweise ist der Anteil des Kalisilikates ziemlich konstant, nach dem obigen Beispiel 1 K-Silikat : 4,5 Na-Silikat.

Sodalith. Hiezu ist wenig zu bemerken. Es gibt eine Reihe guter Analysen, welche hinreichend genau zur theoretischen Berechnung stimmen. Die Schreibweise Na_2Cl_2 soll natürlich nur die Analogie mit Nosean hervorheben.

Nosean. Unsere Formel ist nun hier grundsätzlich verschieden von den üblichen. Schreiben wir die letzteren in ähnlichem Sinne, dann würde sich ergeben $3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . 2Na_2SO_4$, das ist um $1Na_2SO_4$ mehr als in der obigen Tabelle angegeben. Dieses eine Molekül Na_2SO_4 ist aber nur in den Bestand hereingekommen, weil man es zur Herstellung der Analogie und zum Aufbau eines einzelnen Molekülindividuums brauchte. In den Analysen ist es tatsächlich nicht enthalten. Zum Beweise folge eine Gegenüberstellung der Berechnung nach der früheren Formel (I.), nach der richtigen Formel (II.) und einiger Analysen (III):

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	SO_3	Cl
I.	31,6	27,0	—	27,3	14,1	—
II.	36,2	30,8	—	25,0	8,0	—
III.[1]	36,5	29,4	1,6	23,97	7,13	0,6
	36,7	29,0	1,2	23,3	7,5	0,7
	36,5	28,6	1,0	22,9	7,64	0,76

Dem Nosean kommt also tatsächlich eine andere Zusammensetzung zu als in den üblichen Formeln angegeben ist. Auch die von Clarke berechnete Formel befriedigt wenig.

In Wirklichkeit ist der Nosean eine Doppelverbindung von der Zusammensetzung, wie sie unsere Formel angibt. Sie zeigt sehr deutliche Analogie mit der Sodalithformel. Der Gehalt an

[1] No. VI, VII u. XXIV im Handbuch von Hintze. Es sei noch bemerkt, daß alle übrigen Noseananalysen ähnliche Zahlen aufweisen. insbesondere gleich hohen SiO_2- und gleich niedrigen SO_3-Gehalt.

Chlor ist jedenfalls nur sehr gering, ebenso jener an Ca, auch hier z. T. wohl als Folge der kristallographischen Gleichwertigkeit $SiNa = AlCa$, z. T. wegen der gleich zu erörternden Beziehungen bei Hauyn, nicht aber als Folge von $Ca = Na_2$.

Hauyn. Dieses Ergebnis hat natürlich zur Folge, daß auch die Zusammensetzung dieses Minerales einer Prüfung zu unterziehen ist. Die Grundlage hiefür bildet die folgende Analyse von Bäckström mit zugehörigen Molekularverhältnissen:

	Analyse	Mol.-Verh.	
SiO_2	32,3	0,539 oder	3,70
Al_2O_3	27,4	0,268	1,84
CaO	8,2	0,146	1
Na_2O	18,0	0,291	2
SO_3	12,6	0,158	1,08
Cl	0,3	—	—

Bemerkenswert daran ist zunächst, daß $SiO_2 : Al_2O_3$ fast genau gleich 2 : 1 ist; ebenso ist sehr nahe $CaO : Na_2O : SO_3 = 1 : 2 : 1$. Dagegen ist das Verhältnis eines Gliedes der ersten Gruppe zu einem solchen der zweiten kein sehr einfaches, z. B. $SiO_2 : Na_2O = 3{,}70 : 2$.

Zunächst wurde vermutet, es könnte ein dem Nosean ähnlicher Komplex $3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . CaSO_4$ den Grundstock des Hauyns abgeben. Das ist aber nicht möglich, weil einen entsprechend hohen Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 keine Analyse aufweist.

Am nächsten kommen die verschiedenen Analysen der Formel $2[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . CaSO_4$. Dieses zeige folgende Gegenüberstellung, wobei I. die Berechnung nach der in obiger Tabelle enthaltenen Formel, II. jene nach der mutmaßlichen letzteren Formel und III. einige weitere Analysen darstellt:

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	SO_3	Cl
I.	32,0	27,3	9,9	16,5	14,2	—
II.	34.1	28,9	8,0	17,6	11,3	—
III.[1]	33,9	28,1	7,5	19,3	12,0	—
	31,7	28,7	8,2	16,4 (+ 0,8 K_2O)	11,7	0,9
	33,8	27,4	10,1	13,3 (+ 3,2 K_2O)	12.3	—

Vor allem ist der Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 fast durchwegs höher gefunden als der Zusammensetzung I. entspricht. Andrerseits wird der Gehalt an SO_3 dieser Zusammensetzung niemals erreicht.

Die Werte stimmen alle besser zur Zusammensetzung II., wenn man noch hinzunimmt, daß es eine ziemliche Zahl von Analysen gibt, welche den geforderten höheren Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 aufweisen. Aber das Verhältnis $[SiO_2 + Al_2O_3] : [CaO + Na_2O + SO_3]$ der Analyse von Bäckström würde dieser Auffassung widersprechen.

Andrerseits würde sich bei der einfachen Zusammensetzung I ein Verhältnis $Na_2O : CaO : SO_3 = 3 : 2 : 2$ ergeben, vor allem immer ein wesentlich höherer Gehalt an SO_3, als jemals bei einer

[1] No. XIII, XV u. XXII bei Hintze.

Analyse gefunden wurde. Eine Betrachtung verschiedener weiterer Analysen würde diese Auffassung ebenfalls nicht stützen, sondern eher im Sinne der Zusammensetzung II eine Deutung zulassen. Trotzdem glaube ich von dieser letzteren Formel absehen zu müssen wegen mangelhafter Analogien mit den beiden Formeln für Sodalith und Nosean.

Wir erhalten eine recht befriedigende Deutung der Zusammensetzung des Hauyns, wenn wir ihm als Hauptbestand im Sinne der älteren Auffassung die Formel $3[Si O_3 Na_2 . Si O_2 . Al_2 O_3] . Ca_2 (S O_4)_2$ zugrunde legen. In der Schreibweise $Ca_2 (S O_4)_2$ soll nur die Analogie gewahrt werden. Aber zum Unterschied von der älteren Auffassung ist nicht ein Ca kristallographisch gleichwertig mit einem Na_2, sondern ein Ca mit einem Na, bei gleichzeitiger entsprechender Änderung im $S O_4$-Gehalt. Wir haben hier den analogen Fall wie $Si Na = Al Ca$ in den Plagioklasen oder von $Ca = Na$ im Stoffpaar $C O_3 Ca = N O_3 Na$. Letzterer Fall vermag, in Verbindung mit seinen zahlreichen Analogien, diese Art von Isomorphie besonders deutlich zu veranschaulichen. Es ist ein Atom Ca ersetzbar durch ein Na, aber nur in Verbindung mit gleichzeitigem Ersatz anderer Atome, im Falle der genannten rhomboedrischen Salze von $C = N$. Darnach enthält also der Hauyn die beiden Komponenten

$$3[Si O_3 Na_2 . Si O_2 . Al_2 O_3] . Ca_2 (S O_4)_2 \text{ und}$$
$$3[Si O_3 Na_2 . Si O_2 . Al_2 O_3] . Na_2 S O_4.$$

mit der kristallographischen Gleichwertigkeit $Na = Ca \frac{S O_4}{2}$ (einwertig). Die letztere Komponente ist ziemlich untergeordnet.

In der ersten Komponente ist $Si O_2 : S O_3 = 3 : 1$ bezw. $Al_2 O_3 : S O_3 = 3 : 2$, in der zweiten $Si O_2 : S O_3 = 6 : 1$ bezw. $Al_2 O_3 : S O_3 = 3 : 1$. In der Analyse von Bäckström ist ungefähr $Si O_2 : S O_3 = 3{,}7 : 1$ und $Al_2 O_3 : S O_3 = 1{,}8 : 1$ bezw. $3{,}6 : 2$. Der höhere Gehalt an $Si O_2$ und $Al_2 O_3$ einerseits, der geringere an $Ca O$ und $S O_3$ andererseits zeigt sich durchweg auch bei fast allen anderen Analysen. Machen wir noch kurz eine Überschlagsrechnung, indem wir eine der $Si O_2$-Menge entsprechende Menge $Na_2 O$ herausheben und die theoretischen Zahlen für $Ca O$ und $S O_3$ des reinen Ca-Hauyn hinzufügen, dann wird das obige Molekularverhältnis

$Si O_2$	$Al_2 O_3$	$Na_2 O$	$Ca O$	$S O_3$
0,538	0,268	0.268	0,180	0,180.

Es blieben dabei weg 0,023 $Na_2 O$, welche $Ca O$ in der angegebenen Weise isomorph vertreten; dagegen ist ein Mehr von 0,022 $S O_3$ hereingekommen. Wenn auch die Rechnung nur roh ist, so ist das Verfahren doch ausreichend, um unsere Auffassung zu stützen. Das ursprüngliche Verhältnis $Na_2 O : Ca O = 1{,}5 : 1$ im reinen Ca-Hauyn ist jetzt ungefähr $2 : 1$ geworden und ist im reinen Nosean $4 : 0$.

Vielleicht ist außer der genannten Isomorphie in sehr geringem Umfang die Gleichwertigkeit $Si Na = Al Ca$ an der Mischkristallbildung wirksam.

Nosean und Hauyn stellen also einen recht interessanten Fall zweier isomorpher Stoffe dar. Die eine Komponente $3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . Na_2SO_4$ vermag nur sehr wenig von dem zweiten Komplex $3[SiO_3Na_2 . SiO_2 . Al_2O_3] . Ca_2(SO_4)_2$ aufzunehmen (Nosean). Die Aufnahmefähigkeit dieses letzteren gegenüber dem ersteren ist etwas größer. Die natürlich vorkommenden Mischungen sind der Hauyn. Die Mischkristallreihe hat also eine beträchtliche Lücke. Die beiden Mineralien sind paragenetisch und wir hätten hier wohl einmal den nicht sehr häufig festgestellten Fall, daß die beiden Grenzen einer Mischkristallreihe mit „Lücke" in der Natur nebeneinander auftreten.

Vom Standpunkt der Isomorphie sei nochmals hervorgehoben, daß die bei Mineralien vielfach angenommene Gleichwertigkeit $Ca = Na_2$ ohne Beziehung zu gleichzeitiger Änderung in anderen Bestandteilen im Komplex immer unwahrscheinlicher wird.

Es sei noch etwas auf die kristallographischen Beziehungen hingewiesen. Bei größeren Komplexen besteht vielfach große Neigung zur Bildung von Kristallen mit höherer Symmetrie. Dies steht offenbar im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die Zahl gleichartiger Atome bei dieser Vereinigung von molekularen Komponenten nach verhältnismäßig einfachen Gesetzen derartig wird, daß höher symmetrischer Gitterbau resultiert. Z. B. Vorkommen der Zahlen 2, 3, 4 und vor allem gleichzeitiges Vorkommen dieser Faktoren für gleiche Atome ist die Voraussetzung für kubische Symmetrie. Unsere Komplexe enthalten diese Bedingungen; ihre Kristalle gehören deswegen, ebenso wie die Mineralien der Granatgruppe, dem kubischen System an, haben wohl auch große Analogien in der Kristallstruktur, brauchen aber deswegen nicht notwendig als streng isomorph zu gelten.

Es sei noch bemerkt, daß in der ganzen Gruppe, einschließlich des Nephelins, die isomorphe Vertretung $SiNa = AlCa$, im Gegensatz zu Plagioklas, offenbar nur eine unbedeutende Rolle spielt.

Cancrinit. Mit Rücksicht auf die Kristallform ist anzunehmen, daß ein Verhältnis Silikat : Carbonat = 3 : 1, wie es obige Formel zeigt, wohl ziemlich das richtige trifft. Nur besteht beim carbonatischen Anteil noch einiger Zweifel über die Natur desselben. H_2O, z. T. auch CO_2, sind bei Silikatanalysen vielfach etwas unsicher bestimmte Bestandteile.

Aus einer Analyse von Clarke (No. XIX bei Hintze) berechnet sich:

SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	CO_2	H_2O
0,597	0,291	0,091	0.312	0,149	0,210.

Die Werte anderer Analysen bewegen sich ziemlich konstant in der Nähe derselben Zahlen.

In diesem Falle scheint zunächst die Isomorphie $SiNa = AlCa$ etwas stärker wirksam zu sein. Die Zahlen für Na und Si sind

gleichzeitig etwas zu hoch gegenüber derjenigen für Al und damit wohl auch für Ca. Würde man eine geringe Korrektur in diesem Sinne anbringen, dann ergibt sich das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3 : CaO : Na_2O = 6 : 3 : 1 : 3$, wie es unsere Formel erfordert.

CO_2 und H_2O würden nach obigem in Verhältnis 2 : 3 stehen. Nimmt man dagegen H_2O als etwas zu hoch gefunden an, dann käme man auf das Ca-Bicarbonat. Für die obige Formel berechnen sich allerdings 8,7 % CO_2, während tatsächlich in den besten Analysen 6—7 % gefunden wurden. Liegt wirklich der Bestand eines Bicarbonates vor, dann ist nicht unwahrscheinlich, daß bereits bei der Vorbereitung der Analyse, während des Pulverisierens, Verluste an CO_2 eintreten. H_2O wird übrigens beim Erhitzen des Minerales ziemlich leicht abgegeben und es ist nicht unmöglich, daß ein Molekül H_2O noch in der Art von Zeolithwasser vorhanden ist, was auch mit der Paragenese im Einklang ist.

Die theoretische Berechnung nach obiger Formel stimmt recht gut zu den Ergebnissen der besten Analysen. Im Grundriß dieser Formel zeigt sich auch die Beziehung zur hexagonalen Symmetrie. Der Grundbau ist also wohl mit ziemlicher Sicherheit ermittelt; nur die carbonatische Komponente erfordert noch weitere Untersuchung zur endgültigen Sicherstellung. In dem Komplex spielt nun ohne Zweifel die isomorphe Vertretung eines Ca-Atomes durch ein Na-Atom bei gleichzeitigem Ersatz eines Al-Atoms durch ein Si-Atom wieder eine etwas größere Rolle wie in der Nosean-Hauyngruppe, wenn auch noch lange nicht in dem Umfange, wie in der Plagioklasgruppe. Es ist dabei offenbar etwas Ca durch Na und etwas Al durch Si ersetzt, weil die besseren Analysen durchweg etwas mehr Na_2O und SiO_2 und etwas weniger CaO und Al_2O_3 angeben als die Berechnung nach der Formel erfordert.

Zum Schluß sei noch die allgemeine Frage berührt, ob die Tatsache, daß das Siliciumdioxyd in besonderem Maße gegenüber allen anderen Oxyden zur Bildung von großen Komplexen mit anderen Komponenten in Silikatkristallen befähigt ist, nicht mit anderen Beziehungen dieses Stoffes parallel geht. Siliciumdioxyd ist gegenüber anderen Oxyden tatsächlich noch durch eine weitere Eigenschaft ausgezeichnet; es besitzt eine außerordentlich große Anzahl verschiedener Formarten, hebt sich also in kristallographischer Hinsicht noch durch große Mannigfaltigkeit der Polymorphie vor den anderen Oxyden heraus. Es kann darum vorläufig vermutet werden, daß dieselbe Ursache, welche die große Mannigfaltigkeit der Polymorphie bewirkt, auch bestimmend ist für die Eigenschaft des Siliciumdioxydes, in besonderer Mannigfaltigkeit im Kristallbau mit anderen Oxyden Additionsverbindungen zu liefern.

Nachschrift. Herr Prof. Brauns teilte nach Eingang der Handschrift mit, daß er hinsichtlich Nosean und Hauyn zu einem ganz ähnlichen Ergebnis gekommen ist. Mit seiner Genehmigung

sei hier aus dem mir zur Einsicht vorgelegenen Fahnenabzug[1] mitgeteilt, daß auch er die Unrichtigkeit der früheren Formel von Nosean feststellt und sie ganz gleichlautend im obigen Sinne verbessert. Für Hauyn wurde große Annäherung an die Formel $2\,Na_2\,Al_2\,Si_2O_8\,.\,CaSO_4$ gefunden, ebenfalls in Übereinstimmung mit einer anfänglich oben ausgesprochenen Vermutung.

Zur Frage der Wasserbindung in den Zeolithen.

Von **O. Weigel** in Marburg.

Mit 2 Textfiguren.

(Schluß.)

An andern Stellen seiner Abhandlung (p. 729, 730, auch Fußnote) geht Beutell dagegen auf diese Abweichungen von ganzen Molwerten, welche der Wassergehalt der Stoklossa'schen „Hydrate" des Heulandits bei richtiger Berechnung aufweist, ein, und versucht für sie eine physikalisch-chemische Erklärung zu geben. Er weist darauf hin, daß seine oben bereits widerlegte Annahme, der Zeolith erfahre bei jeder Temperaturerhöhung bei langer Versuchsdauer eine merkliche irreversible Zersetzung, notwendig zu solchen Abweichungen führen müsse, da nur der unzersetzte Teil des Zeoliths ins Gleichgewicht kommen könne. Auch für die auffallende Art der Abhängigkeit der Größe der Abweichung vom Entwässerungsgrade, bezw. der Temperatur, sucht Beutell eine physikalische Deutung zu geben. Gegen ein solches Verfahren muß entschiedener Widerspruch erhoben werden. Wäre Beutell's Erklärung zutreffend, so würde die erstaunliche Tatsache vorliegen, daß die verwickelten physikalischen und physikalisch-chemischen Vorgänge, welche diese Erklärung heranzieht, Abweichungen des Wassergehaltes der „Hydrate" von ganzen Molzahlen hervorrufen, deren Größe als Funktion des Wassergehaltes zufällig durch genau die gleiche Formel $D = \frac{m_0\,p\,d}{a_0\,(100-d)}$ gegeben wäre, welche die Größe der Stoklossa-schen Berechnungsfehler als Funktion des Wassergehaltes darstellt. Denn da die ursprünglichen — d. h. falsch berechneten — Wassergehalte Stoklossa's fast aller „Hydrate" mit damals erfreulicher Genauigkeit auf ganze Molzahlen fielen, so ist die Größe des in diesen Werten steckenden Rechenfehlers praktisch gleich mit der Abweichung des Wassergehaltes von ganzen Molzahlen. Wenn man eine solche zufällige Übereinstimmung trotz ihrer großen Unwahrscheinlichkeit doch vielleicht noch bei einem einzelnen Zeolith für möglich halten könnte, so kann dieser Gedanke angesichts der Tatsache nicht mehr aufrecht erhalten werden, daß bei a l l e n

[1] Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bildung und Umbildung. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1922.

von Stoklossa untersuchten Zeolithen bei der ursprünglichen falschen Berechnung alle „Hydrate“ recht genau bei ganzen Molzahlen des Wassergehaltes lagen, und daß, da bei allen diesen Zeolithen die gleiche falsche Berechnungsweise angewandt wurde, die Größe des entstehenden Rechenfehlers, d. h. praktisch die Abweichung des Wassergehaltes der „Hydrate“ von ganzen Molzahlen, als Funktion des Wassergehaltes durch die gleiche, oben gegebene Formel dargestellt wird. Wollte man angesichts dieser Tatsache die Beutell'sche Erklärungsweise dieser Abweichung durch physikalisch-chemische Vorgänge im Zeolith noch aufrecht erhalten, so hieße das dem kritischen Verstande den Glauben zumuten, daß bei allen diesen Zeolithen von z. T. so verschiedenen Verhalten und verschiedener Konstitution die Einflüsse der störenden physikalisch-chemischen Vorgänge auf den Wassergehalt der Hydrate durch die gleiche Formel dargestellt werden und zufällig ausgerechnet gerade die Formel, welche die Rechenfehler Stoklossa's wiedergibt. Und die Sachlage wird noch verwickelter, wenn man den von Beutell und Blaschke untersuchten Desmin in den Kreis der Betrachtung einbezieht, der nach diesen Forschern 14 verschiedene Hydrate mit ganzen Molzahlen entsprechenden Wassergehalten bildet. In dieser Arbeit findet sich dieselbe fehlerhafte Methode zur Berechnung des Wassergehaltes in Gewichtsprozenten wie bei Stoklossa, aber die Molgehalte des Wassers sind richtig berechnet worden. Demzufolge bleiben bei Desmin, der dem Heulandit in vielen Beziehungen so nahe steht, die Hydrate bei ganzen Molzahlen des Wassergehaltes liegen. Bei diesem Zeolith dürften also die von Beutell zur Erklärung der Stoklossa'schen Versuchsergebnisse herangezogenen physikalisch-chemischen Vorgänge der Zersetzung usw. nicht eintreten, während sie bei den von Stoklossa untersuchten Zeolithen die erwähnten Abweichungen hervorrufen, obwohl sonst zwischen dem Desmin und diesen andern Zeolithen kein anderer prinzipieller Unterschied aufzufinden ist, als daß sie von verschiedenen Forschern untersucht wurden, von denen die einen die Molwerte des Wassergehaltes richtig, der zweite diese Werte falsch berechnete. Bei diesem Tatbestand ist es mir unmöglich, der Beutell'schen Erklärung für die Abweichung der Wassergehalte der „Hydrate“ Stoklossa's von ganzen Molwerten beizupflichten, ganz abgesehen davon, daß diese Erklärung, wie oben dargelegt, auch mit den sonstigen experimentellen Feststellungen am Heulandit im Widerspruch steht.

Nun hat Beutell in dem experimentellen Teile seiner neuesten Abhandlung auch experimentelle Belege für seine Hypothese, daß die Zeolithe durch langdauernde Vorbehandlung auch bei tieferen Temperaturen eine partielle irreversible Zersetzung erleiden, beigebracht. Die experimentellen Befunde von Stoklossa, Scheumann, Beutell selbst und mir, die gegen diese Hypothese sprechen, sind z. T. bereits oben angeführt. Was Beutell's eigene neueste Ver-

suche anbetrifft, so kann ich ihnen keine erhebliche Beweiskraft zuerkennen, da verschiedene unklare Punkte sich in ihnen finden.

1. Beutell fand bei der sorgfältigen Untersuchung der Fehlerquellen seiner neuen Apparatur (p. 723), daß ein ziemlich rasches und ein ganz langsames Durchleiten des feuchten Luftstromes die sichersten Ergebnisse gewährleiste. Trotzdem ist Beutell aus mir nicht einleuchtenden Gründen bei einer mittleren Geschwindigkeit des Luftstromes geblieben, also einer Versuchsanordnung, die nach seiner eigenen Feststellung zu Unregelmäßigkeiten der Ergebnisse führen kann.

2. Aus Tabelle 2 (p. 725) Beutell's ergibt sich, daß der Wassergehalt des Heulandits innerhalb der Versuchsfehler der gleiche ist, ob der Zeolith 22 Stunden auf 48° (5,56 Mole) oder 48 Stunden auf 64° (5,52 Mole), ob er andererseits 22 Stunden auf 55° (5,44 Mole) oder 24 Stunden auf 71° (5,47 Mole) erhitzt wurde. Dieser Befund steht nicht im Einklange mit einer mit Zeitdauer und Temperatur zunehmenden irreversiblen Zersetzung des Heulandits, wie Beutell sie annimmt. Ferner steht das Ergebnis, zu dem Beutell bei diesen Versuchen gelangt, daß ein durch viertägige Vorbehandlung bei 165° bis auf einen Gehalt von 3,03 Molen entwässerter Heulandit bei der Wiederwässerung — infolge der hypothetischen weitgehenden Zersetzung — keine Beständigkeitsintervalle mehr zeigt, in unvereinbarem Widerspruch zu Stoklossa's Beobachtungen. Dieser unterwarf den von ihm verwandten Heulandit z. T. einer weit kräftigeren Vorbehandlung, indem er ihn 24 Stunden auf 150—170° und dann weitere 24 Stunden auf 230—260° erhitzte, wodurch der Wassergehalt fast völlig — in einem Falle bis auf 0,2 % — ausgetrieben wurde, und fand trotzdem seine scharf ausgeprägten Beständigkeitsintervalle. Bei so scharfen Widersprüchen zwischen seinen und Stoklossa's Ergebnissen hätte Beutell unbedingt seine Versuche einer Kontrolle durch Parallelversuche unterwerfen müssen.

Tabelle 6.

Hydrat	Ist beständig			
	nach Beutell		nach Stoklossa	
Mole Wasser	bei Wasserdampfdruck mm Hg	im Temperaturintervall	bei Wasserdampfdruck mm Hg	im Temperaturintervall
11	14,4—16,3	17— 71°	ca. 14	bis 20°
10	„	101—111	„ 20—55	32— 50
9	„	fehlt	„ 234—526	80—105
8	„	144—167	„ 650	130—150

3. In Tabelle 6 sind die äußeren Bedingungen — Wasserdampfdruck und Temperaturintervall — nebeneinandergestellt, unter welchen einmal nach Beutell auf Grund seiner neuesten Ent-

wässerungsversuche, zweitens nach Stoklossa auf Grund seiner Wässerungsversuche die Hydrate des Heulandits beständig sein sollen, soweit sie von beiden Forschern festgestellt wurden.

Die Zusammenfassung dieser nebeneinandergestellten Ergebnisse führt zu dem verwunderlichen Schlusse, daß der Wassergehalt des Heulandits bei konstanter Temperatur mit steigendem Wasserdampfdrucke sinkt. Da ein solches Verhalten des Heulandits unmöglich ist, so müssen entweder die Angaben Beutell's oder Stoklossa's oder beider irrig sein. Auch das Versuchsergebnis, das Beutell p. 725 mitteilt, daß der Heulandit in bei Zimmertemperatur mit Wasserdampf gesättigter Luft von 17—71° einen fast unveränderlichen Wassergehalt besitze, steht mit allen sonstigen vorliegenden Angaben im Widerspruch und muß daher als irrtümlich angesehen werden.

4. Beutell will p. 700 aus der Tatsache, daß nach den Analysen von Blaschke und Stoklossa Skolezit, Natrolith, Analcim und Apophyllit bereits ohne jede weitere Behandlung einen Wassergehalt von nahezu ganzen Molzahlen besitzen, und Heulandit, Desmin, Harmotom und Chabasit einen solchen in mit Wasserdampf gesättigter Luft von Zimmertemperatur annehmen, einen Beweis dafür ableiten, daß die Zeolithe normale Salzhydrate seien. Die angeführte, ja bereits lange bekannte Tatsache, daß manche Zeolithe meist einen Wassergehalt von nahezu ganzen Molzahlen aufweisen, ist gewiß — darin bin ich mit Beutell durchaus einer Meinung — höchst beachtenswert. Doch würde ich aus dieser Tatsache noch keineswegs den Schluß ziehen, daß solche Zeolithe normale Hydrate seien, vielmehr eine andere Deutung, die weiter unten gegeben wird, vorziehen. Keinesfalls darf man aber, wie es durch Beutell geschehen ist, aus je einer einzigen Analyse weittragende Schlüsse folgern, sondern muß die Gesamtheit aller vorliegenden Analysen heranziehen. Ich habe unter Benutzung der in den Arbeiten von Blaschke und Stoklossa sich findenden Zusammenstellungen aller bis dahin bekannten Analysen in Fig. 2 die Molwerte des Wassergehaltes graphisch dargestellt, wie sie die einzelnen Analysen ergeben. Jeder ganzzahlige Wert der Abszisse entspricht einer der nach steigendem Wassergehalt angeordneten Analysen jedes hier in Betracht kommenden Zeoliths, während als Ordinate der zu jeder Analyse gehörige Wassergehalt in Molen aufgetragen ist. Werden die zu einem Zeolith gehörenden so gewonnenen Punkte durch eine Kurve verbunden, so gibt der Verlauf derselben einen Überblick über die Schwankungen bezw. Regelmäßigkeiten, die der Wassergehalt dieses Zeoliths erfahrungsgemäß aufweist; insbesondere muß die Tatsache, daß ein Zeolith ein normales Hydrat ist, darin zum Ausdruck kommen, daß die Kurve im wesentlichen einen annähernd horizontalen Verlauf zeigt. Betrachtet man die Kurven der Fig. 2, so erkennt man, daß für den hier vor allem in Frage kommenden Heulandit, ebenso aber auch für Chabasit, Desmin und Harmotom, also die typischsten Zeolithe, keine Rede von einem solchen hori-

zontalen Verlauf sein kann. Man sieht auch — am Beispiel des Chabasits besonders deutlich —, wie irreführend es sein kann, aus einer einzigen Analyse, wie Beutell es getan hat, auf einen bestimmten ganzzahligen Molwert des Wassergehaltes, hier nach Beutell 5 Mole, zu schließen. Denn dieser Wert liegt ganz am Anfange der Kurve, die zeigt, daß der Chabasit bereits in gewöhnlicher Zimmerluft, also bei niedrigerem Dampfdruck, als er nach Beutell zur Einstellung des Chabasits auf den Wassergehalt von 5 Molen erforderlich ist, bis etwa 7 Mole Wasser enthalten kann. Bei Heulandit, Desmin, Harmotom und Chabasit sprechen,

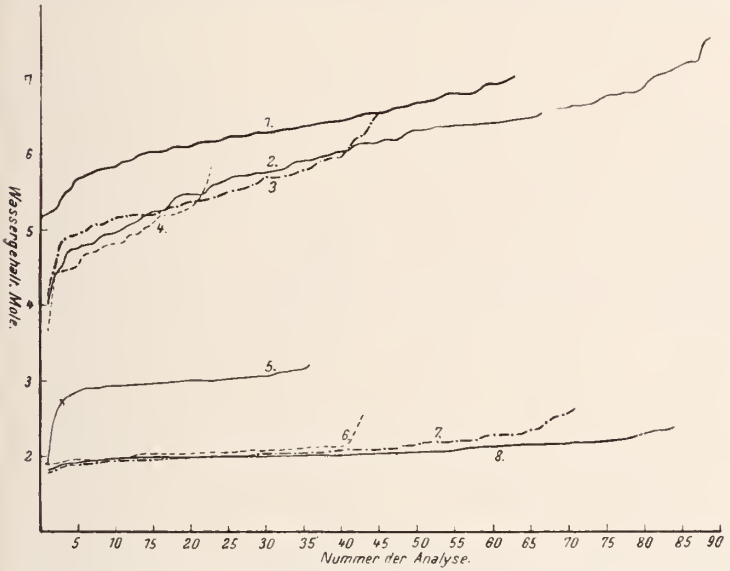


Fig. 2. 1. Desmin, 2. Chabasit. 3. Heulandit, 4. Harmotom, 5. Skolezit, 6. Apophyllit, 7. Analcim. 8. Natrolith.

wie die Kurven zeigen, die Analysenbefunde durchaus dagegen, daß hier irgend ein bestimmter ganzzahliger Molwert des Wassergehaltes wie bei den normalen Hydraten vorliegt. Anders liegen die Verhältnisse bei den andern vier Zeolithen, da ihre Kurven, wenn z. T. auch mit nicht unerheblichen Abweichungen, sich in bemerkenswerter Nähe von ganzen Molzahlen halten. Aber dieser Befund allein kann noch keineswegs den Schluß rechtfertigen, daß diese Zeolithe echte Hydrate seien. Man kann vielleicht mit gebotener Zurückhaltung aus der Steilheit der verschiedenen Kurven der Fig. 2 auf die Größe der Beeinflussung einen Schluß ziehen, welche der Wassergehalt des Zeoliths durch Schwankungen von Temperatur und Wasserdampfdruck der Umgebung erfährt, wobei die stärker gebogenen Enden der Kurven außer Betracht bleiben müssen, da sie vielleicht Analysen angehören, die infolge besonderer

Umstände, z. B. besonderer Vorbehandlung des Materials hier nicht herangezogen werden dürfen. Man käme durch eine solche Betrachtung der Kurven zu dem Ergebnis, daß bei Zeolithen mit hohem Wassergehalt dieser in weit stärkerem Maße durch Veränderung der äußeren Bedingungen beeinflußt wird als bei Zeolithen mit geringem Wassergehalt. Wie aber auch die Verhältnisse für Skolezit, Analcim, Apophyllit und Natrolith liegen mögen, für den hier in erster Linie in Frage kommenden Heulandit, wie auch für Desmin, Chabasit und Harmotom kann keinesfalls aus den Analysenergebnissen der Schluß gezogen werden, daß er ein normales Hydrat ist und wie ein solches einen bestimmten Wassergehalt von ganzen Molzahlen aufweist.

Es scheint mir, daß bei richtiger Einschätzung der Fehlermöglichkeiten in den Untersuchungen Beutell's und seiner Mitarbeiter ihre Versuchsergebnisse mit den von Scheumann und mir erhaltenen und so zugleich mit denen der früheren Zeolithforscher in Einklang gebracht werden können. Die Breslauer Wässerungs- und Entwässerungskurven weisen sog. Beständigkeitsintervalle auf, d. h. innerhalb gewisser Temperaturen sollen die Zeolithe konstanten oder nahezu konstanten Wassergehalt besitzen. Die diesen Intervallen entsprechenden geradlinigen Stücke der Kurven sind aber nicht wie bei den normalen Salzhydraten durch scharf ausgeprägte Sprünge voneinander getrennt, sondern vielmehr durch stetige Kurvenstücke miteinander verbunden, die einen beträchtlichen Teil der gesamten Kurve einnehmen, im Durchschnitt etwa die Hälfte, beim Harmotom z. B. aber sogar mehr als zwei Drittel. Zieht man dazu die Tatsache in Erwägung, daß der Heulandit außerordentlich dazu neigt, einen einmal gewonnenen Wassergehalt von ganzen Molzahlen festzuhalten und mit solchem Wassergehalte auch bei Änderung der äußeren Bedingungen hartnäckige falsche Gleichgewichte zu bilden, so liegt der Gedanke nahe, daß die prinzipiellen Abweichungen der Breslauer Kurven von denen, die Scheumann und ich ermittelten, in der Nichtüberwindung solcher falscher Gleichgewichte bei den Versuchen Beutell's und seiner Mitarbeiter ihre Erklärung finden könnten. Eine Annäherung an diese Auffassung möchte ich aus dem Satze, den Beutell in seiner Schlußzusammenfassung auf p. 733 bringt: „in den Beständigkeitsintervallen liegen angenäherte (von mir gesperrt) Gleichgewichte vor", herauslesen.

Ich glaube aus den obigen Darlegungen den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Zeolithuntersuchungen Beutell's und seiner Schüler nicht geeignet sind, die Behauptung, daß die Zeolithe Wasserverbindungen von der Art der normalen Salzhydrate seien, zu beweisen oder wahrscheinlich zu machen. Ich will damit keineswegs sagen, daß die Natur der Wasserbindung in den Zeolithen heute bereits mit völliger Sicherheit festgestellt sei — viele Punkte harren noch der Aufklärung; aber auf Grund aller vorliegenden

einwandfreien Untersuchungen muß man m. E. zu dem Schlusse kommen, daß mit sehr großer Wahrscheinlichkeit in den Zeolithen Silikat-Wassergemische nach Art der festen Lösungen vorliegen, die in gewissen Beziehungen den Hydraten nahestehen, was in der richtenden und ordnenden Kraft des relativ starren Silikatgitters auf die relativ leicht bewegliche Komponente des Wassers seine Erklärung findet. Die Wässerungs- und Entwässerungskurven des Heulandits sind abweichend von denen normaler Hydrate fast stetige Kurven, so daß auch bei irrationalen Molverhältnissen zwischen Silikat und Wasser der Zeolith im reversiblen Gleichgewichte sein kann. In der stetigen Reihe aller beliebigen Wassergehalte heben sich aber die ganzen (und auch noch die halben) Molwerte als Diskontinuitäten heraus. Sie werden besonders stabilen Gleichgewichten entsprechen und solchen, die besonders hartnäckig einer Verschiebung widerstreben. Der Zeolith schnappt gewissermaßen — wie Rinne treffend sagt — in diese ausgezeichneten Gleichgewichtslagen ein. Bei den normalen Salzhydraten wie bei den Zeolithen sind das Wasser oder seine Bestandteile in das Raumgitter der wasserfreien Substanz eingeordnet. Zwei Faktoren wirken bei dieser Einordnung einander entgegen: Einerseits streben die mit der Symmetrie der Atomanordnung harmonierenden Attraktionskräfte im Gitterbau, die Wassermoleküle oder ihre Teile in feste, der Gittersymmetrie entsprechende Lagen einzuordnen, andererseits trachten diese Wassermoleküle sich stets mit dem jeweiligen Wasserdampfdruck der Umgebung ins Gleichgewicht zu setzen, d. h. ihre Konzentration im Gitter diesem anzupassen. Ist neben dem ersten Faktor der zweite zu vernachlässigen, d. h. ist das Wasser in das Gitter der wasserfreien Substanz fest eingelagert, mit ihm gewissermaßen in einer Einheit verbunden, so haben wir ein normales Salzhydrat vor uns, dessen Wassergehalt innerhalb gewisser Bereiche des äußeren Wasserdampfdruckes und der Temperatur den immer gleichen Wert von ganzen Molzahlen, der allein mit einer Gittersymmetrie in vollem Einklange ist, aufweist. Wird durch Änderung der äußeren Bedingungen der Unterschied zwischen äußerem Wasserdampfdruck und innerer Wasserdampfspannung im Hydrat über ein gewisses Maß gesteigert, so kann der zuvor neben dem ersten bedeutungslose zweite Faktor so stark in den Vordergrund treten, daß durch eine Änderung des Wassergehaltes im Hydrat ein Ausgleich dieser entstandenen Spannung zwischen Kristall und seiner Umgebung erfolgt. Aber diese Änderung erfolgt dann hier, sobald durch sie die Bedeutung des zweiten Faktors wieder klein neben der des ersten geworden ist, so, daß der Wassergehalt wiederum einen ganzzahligen Molwert annimmt, da die starken Wechselwirkungen zwischen Wasser und wasserfreier Substanz im Gitter einen solchen stets erzwingen.

Bei der festen Lösung liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, indem hier der erste Faktor neben dem zweiten nur von

verschwindendem Einflusse ist. Eine solche feste Lösung von Wasser wird sich daher stets mit jedem beliebigen Wasserdampfdruck der Umgebung dadurch ins Gleichgewicht setzen, daß sie ihren Wassergehalt verändert, also auch Wassergehalte annimmt, die eine völlig homogene Verteilung im Gitter nicht mehr erlauben.

Den Heulandit hätten wir in diesem Sinne als eine feste Lösung von Wasser und Silikat aufzufassen, bei der zwar wie bei den festen Lösungen der zweite Faktor eine bedeutsamere Rolle spielt als der erste, bei der aber doch — und hierin liegt die Annäherung an die Hydrate — die als erster Faktor oben bezeichneten wechselwirkenden Kräfte im Gitter zwischen Wasser und Silikat nicht völlig zu vernachlässigen sind. Sie kommen in dem Verhalten des Heulandits zum Ausdruck, bei Wassergehalten von ganzen Molzahlen besonders stabile, hartnäckig festgehaltene Gleichgewichte zu liefern. Diese Annäherung an den Typus der Hydrate ist aber nur schwach ausgeprägt; denn die Versuche von Scheumann und mir lassen keinen Zweifel darüber, daß der Heulandit sich mit dem äußeren Wasserdampfdruck stets durch Änderung seines Wassergehaltes ins Gleichgewicht setzt. Das Wasser im Heulandit ist demgemäß nur locker gebunden an das Silikatraumgitter, mit ihm nicht fest zu einer Einheit verkettet, was auch darin seinen Ausdruck findet, daß das Silikatgitter für sich bestehen bleibt, nicht einstürzt, wenn das Wasser ein- oder austritt, während bei den normalen Hydraten die Änderung des Wassergehaltes mit einem Zusammenbruch des Gitters verbunden zu sein pflegt, da mit dem Aus- und Eintritt des Wassers lebenswichtige Bindungen zerreißen. Es ist klar, daß man bei Kristallwasserverbindungen alle möglichen Übergänge zwischen typischen festen Lösungen und typischen Hydraten sich vorzustellen vermag, und daß nicht nur die verschiedenen Zeolithe teils mehr dem einen teils mehr dem andern Typus sich nähern können, sondern daß auch bei ein und demselben Zeolith mit Änderung des Wassergehaltes sich ein Übergang im Verhalten zeigen kann, indem er, etwa bei höheren Wassergehalten mehr zum Typus der festen Lösungen, bei niederen mehr zu dem der echten Hydrate neigt, daß also die Verhältnisse ähnlich liegen wie bei dem von Tammann[1] untersuchten Magnesiumplatincyanür. Es erscheint mir nicht unwahrscheinlich, daß die auf p. 204 angeführten, durch ihren meist auffallend nahe ganzen Molzahlen liegenden Wassergehalt ausgezeichneten Zeolithe Analcim, Apophyllit, Natrolith und Skolezit solchen Zeolithen entsprechen, die bereits dem Typus der echten Hydrate ziemlich nahestehen, ohne daß man sie deshalb bereits als normale Hydrate ansprechen dürfte.

[1] G. Tammann und v. Buxhöven, Zeitschr. f. anorg. Chem. 15. 1897. 319.

Beitrag zur Kenntnis der säugetierführenden Bohnerzformation in Schwaben.

1. Ein vergessenes, neu erschlossenes Höhlenvorkommen terrestrischen Eocäns auf der Ulmer Alb.

Von **W. O. Dietrich.**

Mit 4 Textfiguren.

Inhaltsübersicht.

Einleitung. — Lage, Auffindung und Erscheinungsweise der Mähringer Höhlenfüllung. — Vorkommen der Zähne und Knochen. — Lagerung der Höhlenfüllung. — Fauna. — Alter der Fauna. — Zustand im Obereocän. — Nachträgliche Veränderungen. — Bohnerz.

Wiederholte Dislokationen mit ihren Folgen haben die Züge und Lebenserscheinungen der Landoberfläche der im Tithon der Tethys entstiegenen Schwäbischen Alb schon vom Mitteloligocän abwärts fast völlig verwischt. Nur wo die Gebilde der alten Rumpffläche in den Rumpf selbst hineingreifen, wie z. B. im verkarsteten Gebirge, sind Spuren dieser vertikalen Bildungen noch heute z. T. erhalten. Eine solche Erscheinung der alttertiären Rumpfoberfläche, nämlich die Füllung von unterirdischen Hohlräumen aus der Obereocänzeit von der Ulmer Alb, zu untersuchen, ist der Zweck meiner Arbeit. Ich liefere damit einen Beitrag zur Kenntnis der sog. Bohnerzspalten oder -lager, denn unter dieser Bezeichnung sind gerade in unserem Gebiet derartige, alttertiäre Tierwelt bergende Lagerstätten bekannt (berühmtestes Beispiel die Bohnerzspalten des Unteren Eselsberges bei Ulm), ohne daß sie, wie gleich gesagt sei, eigentliches Bohnerz enthalten. Leider wissen wir über die geologische Erscheinungsweise der altbekannten Vorkommnisse der Blaubeurer und Ulmer Alb nur wenig, über ihre Entstehung daher noch weniger (siehe die Darstellung durch E. Fraas in der Ulmer Oberamtsbeschreibung, oder bei Engel-Schütze, Geologischer Wegweiser durch Württemberg). Nur einige unbedeutende Vorkommnisse sind in neuer Zeit bekannt geworden (Dietlen, Lutzeier). Die geologische Unkenntnis dieser Lagerstätten auf der Hochalb überhaupt rührt daher, daß die einen bei uns früher nur unvollkommen technisch ausgebeutet, später nach Erschöpfung der Lager die anderen von der Wissenschaft nur als Raritätenfundstellen gewertet wurden. Da ich nicht gerne aus der verworrenen älteren Literatur schöpfe, um den durch die Fauna nahegelegten Zusammenhang der Lagerstätten auf der Südwestalb (Heuberg, „Frohnstetter Loch“ u. a.) mit unseren Ulmern darzutun, beschränke ich mich auf die von mir untersuchte Mähringer Fundstelle am Oberen Eselsberg nordwestlich Ulm. Lägen mehr und bessere geologische Daten vor, so ließen sich wohl alle diese

siderolithischen Fundstellen in eine geologische Entwicklungsreihe bringen, beginnend mit der Bohnerzbildung in statu nascendi, wie in Mähringen, fortschreitend zu Lagern mit primärem Bohnerz und endigend bei Fundstellen mit gänzlich umgelagertem Erz. Die fossilführenden Lagerstätten sind alle unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu verstehen: Es sind kurz- oder langdauernde, deszendente Füllungen von Hohlräumen im Oberen Malm des verkarsteten Hochalbinnern. Die Füllmassen bestehen aus den Tropfwasserabsätzen (oolithischer bis pisolithischer Tuff, Tropfstein, Calcitfels), aus den Einsturzmassen der korrodierten Wände und Decken (Splitter, Steine, Blöcke) und aus den Rückständen der Kalksteinauflösung (Bol, Lehm), endlich aus den Resten der Tierwelt (Phosphatbeimengungen im Kalktuff, phosphoritische Knochen und Zähne, Molluskenschalen u. a.). Dieser Versatz unterlag, da er mit der Oberfläche irgendwie in Verbindung stand, schon im Tertiär der Verwitterung. Wo das Eisen (und Mangan) aus dem stellenweise tiefgründigen Boden der Albhochfläche, der Roterde, tief genug hinabwanderte, was bei Anwesenheit ungesättigten Humus der Fall war[1], wurde es in den Füllmassen, und zwar hauptsächlich in dem lockeren Kalkknöllchengrus und Kügelchentravertin wieder ausgefällt, durch Adsorption in den Kügelchen konzentriert, diese so verbohnerzend[2]. Ein Klimawechsel während des Tertiärs ist dabei vom Wärmeren, Trockeneren zum Kühleren, Feuchteren angezeigt, wobei wir aber kaum mit tropischen Werten zu rechnen haben.

Lage. Auffindung und Erscheinungsweise der Mähringer Höhlenfüllung.

Die hier zu schildernde geologische Erscheinung setzt als weite taschenartige Block-Travertinfüllung in dem untertithonischen Plattenkalk des westlichsten der alten Mähringer Steinbrüche auf. Der Krebsscherenkalk mit großen Virgatosphincten liegt hier bei 570 m auf dem hinteren Oberen Eselsberg am Südgehänge des Schammentales, 2,3 km in Luftlinie von den „Bohnerzspalten" im Schwammriffkalk des städtischen Steinbruchs auf der Südseite des Berges entfernt. Von Bergen umgeben liegt die Fundstelle in einem muldenartigen Erosionsraum, der durch das Schammental nach dem Blautal hin geöffnet ist. Wie die Profile erkennen lassen, ist der Eselsberg reich an Klüften, Bohnerzspalten und -taschen und geologischen Orgeln. Auf seiner Höhe sind im oberoligocänen Süßwasserkalk schöne Erdfälle zu beobachten; in den Massenkalken

[1] Vgl. A. Eichinger, Beiträge zur Kenntnis ostafrikanischer Roterden und Laterite. Heft 6 der „Düngungsversuche in den deutschen Kolonien". Berlin 1920.

[2] Vgl. A. Moos, Über die Bildung der süddeutschen Bohnerze. Zeitschr. f. prakt. Geol. 29. H. 7 u. 8. 1921 (dort die weitere Lit.).

seines Innern sind Wasserklüfte, Schächte und Hohlräume, die der intensive Steinbruchbetrieb vom Blautal her wenigstens ab und zu anritzt. Dies alles, sowie die Trockentäler und benachbarten Quelltöpfe, deutet auf eine alte Karsthydrographie hin, und unser Vorkommen hat, obwohl es in den ausgezeichnet schichtigen dünnplattigen tonigen ζ-Kalken liegt, nichts Überraschendes.

Unsere Füllmasse ist an eine schmale, durch braunen, großspätigen Calcitfels ausgefüllte Kluft, wie solche im Gebiet häufig sind, gebunden (s. Fig. 1). An ihr fehlen alle Verwurfserscheinungen wie Reibungsbreccie oder -gerölle, Harnische; es ist keine Bewegung längs dieser Lithoklase zu konstatieren. Die Kluft ist nur

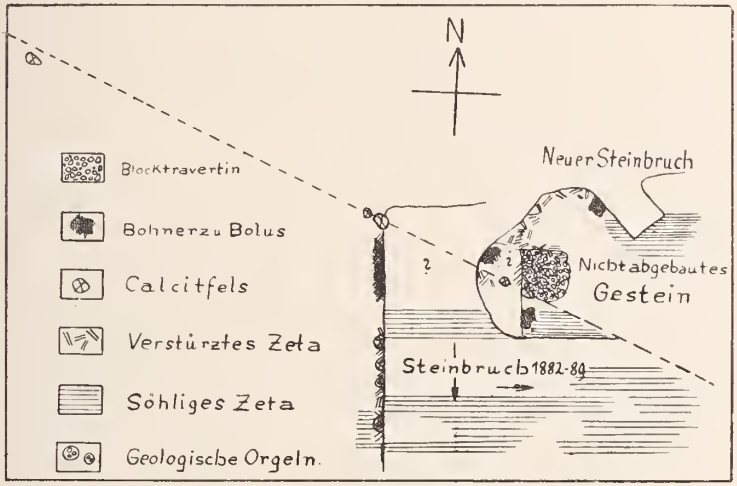


Fig. 1. Grundriß der Lagerstätte. ca. 1 : 2430.

durch Calcit wieder verkittet. Die lokalen Schichtstörungen an ihr rühren nicht von Verwerfungen her, sondern von Hohlraumbildungen, die das Tropfwasser im Bereich der Kluft in der Tiefe geschaffen hat. Es handelt sich hier nicht um eine oberflächliche Spaltenfüllung, sondern um einen im Innern des Kalkgebirges liegenden Korrosionsraum, dessen Umgrenzung nicht mehr genau angegeben werden kann, weil nicht nur die abtragenden Kräfte der Natur, sondern auch der Mensch als „geologischer Faktor" zerstörend wirkten. Hierzu, zur Entdeckung, Untersuchung und Ausbeutung sei folgendes bemerkt:

Als 1881 der Bau des Forts „Oberer Eselsberg" begonnen wurde, ging man, um gute „Portländer" zu erhalten, von dem am Hang sitzenden kleinen Gemeindesteinbruch südwärts auf einer Breite von ca. 30 m in den Berg hinein (s. Fig. 1). Rechts und links stieß man auf minderwertigen Stein, und zwar westlich auf Bohnerztaschen, dann geologische Orgeln, gefüllt mit Schutt, und von einigen Metern Durchmesser; östlich

auf verstürzten Plattenkalk mit Bohnerz, Bol und Lehm als Verdrängungsrückständen. Diese östlichen Teile blieben als Schollen stehen, und der Abbau wandte sich 1883/84 ostwärts und wurde mit Unterbrechungen bis 1889 fortgesetzt, wobei die Schollen den Abraum aufnahmen. Nach Aussagen des Herrn Schultheiß und des Flurschützen von Möhringen kamen beim Abbau nach Süden, d. h. neben unserer Stelle, häufig „fingerlange braune Zähne heraus, so daß jedes Schulkind davon hatte". Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um stengligen Calcit; in Möhringen und Ulm ist davon nichts mehr vorhanden. Daß aber tatsächlich unsere Fundstätte schon damals angeschnitten war, geht einmal aus Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 1. Auflage. 1883. p. 254, hervor, wo ein „in einem Bohnerzloch des Steinbruchs am Eselsberg (W. J. ζ) bei Lehr neuerdings gefundenes Säugetierlager" erwähnt wird, eine Bemerkung, die in der Auflage von 1908 veraltet schien, sodann legte 1885 Lerbe (Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. in Württ. **41**. p. 48) „Fossilien aus dem Tertiär des Eselsberges vor. Es waren Kiefer von *Palaeotherium magnum*, *Hyotherium Meisneri*, *Cordylodon*, Biber, Rüssel- und Spitzmaus". Dem Verbleib dieser Sachen habe ich nicht nachgeforscht; z. T. dürfte es sich um Formen aus dem Aquitankalk in den Forts „Oberer Eselsberg" oder „Neues Werk" handeln.

Im Frühjahr 1920 ließ die Gemeinde Möhringen in der Höhe der Westwand des stehengebliebenen Teiles wieder Steine brechen; hierbei stieß der Steinbrecher in den Blockmassen unseres Lagers auf Tierreste, die der Lehrer in Möhringen an sich nahm. Da die Gemeinde einen neuen Steinbruch eröffnete, beutete Herr Hauptlehrer Klein die „Spaltausfüllung", soweit es möglich war, gelegentlich aus. Ich selbst fand Ende August 1920 das Vorkommen, untersuchte es und prospektierte die Fündigkeit auf eine Fläche von 8 : 3 m (sie ist in Wirklichkeit größer). Hier war nun endlich einmal Gelegenheit, das bei uns in Schwaben so wenig bekannte Auftreten der Säugetiere des Bohnerzes geologisch zu erforschen: Die Fundstelle mußte nach Art einer Höhle mit paläolithischem Inventar wissenschaftlich erschlossen werden. Diese Untersuchung wollte ich selbst im Auftrag des Berliner geologisch-paläontologischen Universitätsinstitutes im Frühjahr oder Sommer 1921 ausführen. Mein Plan fand die Billigung der Direktoren des Berliner und des geologischen Institutes der Württembergischen Landesuniversität. Auch die Naturaliensammlung in Stuttgart sollte zugezogen werden. Dieses Museum aber ließ für sich die Fundstelle ausbeuten; deswegen grub ich mit Herrn Klein zusammen schon im April 1921, und nach mir erschöpfte das Tübinger Institut die Lagerstätte wenigstens in ihrem ergiebigen Teil. Unerforscht geblieben sind die tieferen Teile unter der Sinterdecke; hierzu wären sehr große Geldmittel erforderlich. Alle Fundstücke, auch diejenigen Stuttgarts, wurden mir, ebenso wie die Geologie der Lagerstätte, zur Bearbeitung überlassen.

Folgenden Herren bin ich zu lebhaftem Dank verpflichtet: Hauptlehrer G. Klein in Möhringen, der durch seine Hilfe und sein Verständnis unter Hintansetzung persönlicher Vorteile der Wissenschaft und mir wertvolle Dienste geleistet hat; sodann Geheimem Bergrat Pompeckj und Prof. Hennig, die die Grabungen und die Bearbeitung der Materialien mir ermöglichten. Ferner danke ich herzlich meinen Kollegen Dr. Mursper und Dr. Berckhemer für Mitteilungen ihrer Beobachtungen, Aufzeichnungen und Fundstücke; für letzteres auch cand. geol. Moos. Schuldigen Dank

sage ich auch endlich dem Direktor der Württembergischen Naturaliensammlung Prof. Dr. M. Schmidt, der freundlichst seine Ausbeute unseres Fundplatzes und Vergleichsmaterial vom Unteren Eselsberg zur Verfügung stellte. Treu unterstützte mich bei der Ausgrabung und Präparation auch meine Frau.

Was 1920 und 1921 noch zu sehen war, ist, wie die Profile (s. Fig. 2 u. 3) zeigen, nur der Rest einer einstmals nach oben und nach Westen weiter reichenden Höhlenfüllung, ist der Stumpf eines an Kluft- und Schichtfugen erweiterten Schlotes, die Ruine einer Höhle von länglichovalem Grundriß. Daß dieser Hohlraum bis in den 1882 abgebauten Teil hineinreichte, ist unwahrscheinlich, denn 1920 waren noch pfeilerartig aufragende verstürzte ζ-Bänke zu sehen, die vermutlich unsern Hohlraum von dem früher abgebauten trennten. Wir haben ein vertikales System von größeren Kammern anzunehmen, die nach oben durch röhrenartige Spalten kommunizierten, und von denen Klüfte in die Tiefe setzen.

Der 1920 allein noch vorhandene Hohlraum war mit Steinen und Blöcken (von 10—50 cm Durchmesser) in Kalktuffpackung erfüllt. Die Blöcke sind verschiedenst geformt, aber meist rundlich und stark korrodiert und häufig von dicken Sinterschalen umhüllt. Sie sind schichtfremd, aber nicht ortsfremd, und bestehen meist aus sehr homogenem, dichtem Kalk von hellgrauer, brauner bis rötlicher oder schwarzer, zuweilen auch zonarer Färbung. Es ist metamorphes, stärker kristallinisch gewordenes fossilarmes W. J. ζ-Gestein aus dem einst überlagernden ungeschichteten oder mindestens sehr dickbankigen, zerhöhlten Schichtpaket. Seltener sind oolithische Gesteine, Trümmeroolithe, Echinodermenbreccien und Marmore.

Neben den Blöcken kommen in dem Versatze der Höhle vor: Tropfsteinstücke, abgebrochene Stalaktiten, zuweilen von Schenkeldicke; Calcitfelsbrocken, Sinterkrusten und -schalen u. dergl. Die Stalaktiten lagerten oft horizontal.

Die Packung der Blockmasse ist ein schwach phosphathaltiger Kalktuff in allen Stadien der Verfestigung, vom lockeren, kreidigen Tuffsand bis zum harten weißen oder gelblichen Travertin, der aber seinerseits noch meist erdige Kügelchen enthält. Die losen Kalkknöllchen und -bohnen finden sich mehr in den horizontalen Fugen und Räumen zwischen den Blöcken, der feste, zuweilen plattige Tuff mehr in den vertikalen. Die erstgenannten Fugen sind oft auch leer. Der harte Travertin ist durch Zementierung des Kalksandes und -grus entstanden; es ist ein oolithisch-pisolithischer Kalktuff. Sein Phosphatgehalt[1] ist sehr wechselnd, am größten dort, wo sich die Phosphorsäure in winzigen, unter 1 mm großen, um einen Punkt oder linear angeordneten Kriställchen ausgeschieden hat. Irgendwie größere Anhäufungen kommen nicht vor,

[1] Herrn Prof. R. J. Meyer am Chemischen Universitätsinstitut bin ich für einige Prüfungen zu Dank verbunden.

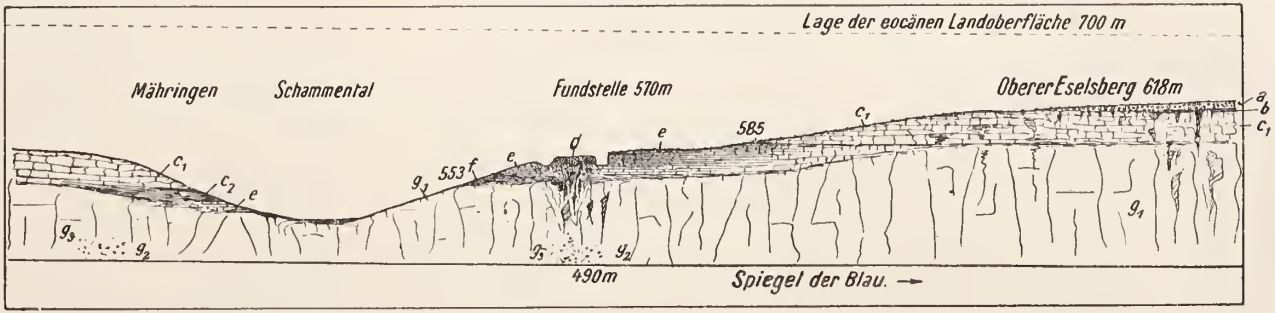


Fig. 2. Profil NW—SO durch den Oberen Eselsberg. ca. 1 : 6000.

a) Oberstmioeäner ferrettisierter Kieselschotter.
b) Burdigaler Sand und Muschelsandstein.
c_1) Klüftiger aquitaner Süßwasserkalk mit Erdfällen.
c_2) Letten und Mergel des Aquitans, Quellaustritte.
d) Blocktravertin im verstürzten Plattenkalk, obereocäne Lagerstätte.
e) Untertithoner Plattenkalk, W.J. ζ.
f) Flaserkalk (Berckhemer), W.J. ε Qu.
g_1) Schwammriffkalk mit Wasserklüften.
g_2) Zuckerkorn, Lochfelsen; g_3) Dolomit, „geschwürartig“ im weißen Kalkschlammkalk.

so daß also unser Vorkommen mit denen des Quercy, z. B. Lamandine, nicht vergleichbar ist [1].

Der Eisenhydroxydgehalt des Kalktuffs ist ganz gering, am stärksten in den sog. Pisolithen, d. h. verbohnerzten Sinterblöcken, wo das Eisen sich konzentrisch-schalig in den erdigen Kügelchen konzentriert hat.

Wo er größere Massen bildet, wie rechts im Aufschluß, nimmt der Tuff viele Splitter der Sturzblöcke auf (Breccientravertin).

Nach oben ist die ganze Packung in zunehmendem Maße verlehmt („Blocklehm"). Rechts greift die Verlehmung tief in den Travertin hinunter (grünliche Letten).

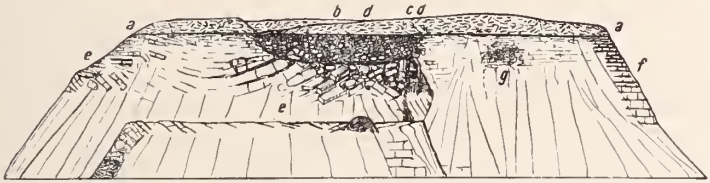


Fig. 3. Ansicht der Fundstelle von Westen. ca. 1 : 2000.

a) Auftrag alten Plattenkalkschutts, darunter 10—20 cm Humus mit vereinzelten Bohnerzkügelchen.
b) Blocktravertin, aufruhend auf Sinterboden.
c) Größere Travertinmassen, hinuntersetzend, daneben Lehm.
d) Calcitfels, darüber und daneben Schneckentravertin.
e) Verstürzter W.J. ζ, mit versinterten Schichtfugen und Klüften.
f) Horizontaler W.J. ζ.
g) Bohnerztasche (Verdrängungsbohnerz).

U. d. M. besteht der Travertin aus verschieden großen trüben Kügelchen feinst kristallinischen Carbonats mit Beimengungen von Ton und Calciumphosphat; die kleinsten und kleinen Durchschnitte aggregieren sich oft. Als Bindemittel ist meist gröber kristallinischer klarer Calcit vorhanden. Einsprenglingsartig treten Trümmer von Knochen, Zähnen, Gastropodenschalen, Splitter und Bröckchen von W.J.-Kalk auf. Mikrodrusen von Calcit sind häufig; Phosphorit ist meist nur in den Knochensplittern nachweisbar. Als Pigment ist Eisenoxydhydrat in den Ooiden vorhanden oder auch sonst in Flittern angereichert.

Der Travertin ist vorzüglich der Träger der begehrten Säugetier- und Molluskenreste. Sein nicht unbeträchtlicher Gehalt an Ton bezw. Bol und erdigem Phosphat gibt ihm die Eigenschaft einer guten Abformmasse, so daß sich die Zähne und Knochen meist glatt und leicht aus dem Gestein herauslösen lassen.

Die Schnecken fanden sich nur rechts im Aufschluß an und über dem Calcitfels; sie erscheinen nesterartig, doch nicht so ge-

[1] In Deutsch-Österreich werden derartige Lager zurzeit eingehend auf ihre praktische Bedeutung untersucht (vgl. Berichte der staatlichen Höhlenkommission. Wien 1920).

häuft wie z. B. in Arnegg. Die Schneckentravertinblöcke enthalten auch Reste kleiner Säugetiere; einige wenige *Anoplotherium*- und *Palaeotherium*-Reste beweisen den Zusammenhang mit der übrigen Travertinmasse.

Vorkommen der Zähne und Knochen. Sie liegen in den Spalten und Nischen zwischen den Blöcken im lockeren Tuff oder festen Travertin oder auch in leeren Spalten. Sie sind bald mehr, bald weniger angereichert, stellenweise entwickeln sich Knochenbreccien im kleinen. Die Erhaltung ist nichts weniger als glänzend, ja, was den Grad der Zertrümmerung anbetrifft, geradezu traurig. Die Zerkleinerung der Skelette ist stärker als in anderen vergleichbaren Ablagerungen, z. B. Frohnstetten. Alle Skeletteile, besonders die Schädel und Langknochen, aber auch die kurzen Fußknochen sind zerbrochen, die Zähne sind allermeist isoliert, selten durch den noch anhaftenden Kieferknochen zusammengehalten. Ganze Gebißreihen sind höchst selten. Außer der mechanischen Zerbrechung haben die Knochen durch chemische Auflösung stark gelitten. Es sei vorweg bemerkt, daß die Reste ganz überwiegend, und zwar zu annähernd gleichen Teilen, Anoplotheriden und Palaeotherien angehören. Alle Knochen sind durcheinandergewürfelt, wobei an einer Stelle mehr *Palaeotherium*, an der andern mehr *Anoplotherium* vorkommt, aber ohne reinliche Scheidung. Naturgemäß sind die liegenden Spalten reicher als die vertikalen, weil die Reste sich in den horizontalen Zwischenräumen der Blöcke besser halten konnten. Nur einmal wurden zwei Fußwurzelknochen noch im Zusammenhang getroffen. Bruchstücke ein und desselben Knochens wurden handbreit auseinandergezerrt wiederholt gefunden. Oft fielen beim Ausgraben die Reste in die gähnenden Spalten, wenn sie nahe bei solchen lagen, was beweist, daß die Deszendenz der Skelette noch heute nicht vollendet ist. Die Zerkleinerung, die Anlösung der Bruchflächen bei der Um- und Einsinterung zeigt an, daß die Reste aus großer Höhe heruntergebracht sind. Auf dem Weg durch das Kluftgerinne in die Tiefe wurden sie zerschmettert, zerdrückt, durch das Tropfwasser angegriffen, bis sie schließlich im Sinter zu einer gewissen Ruhe kamen. Auch die Zahl der brauchbaren Knochen ist nicht so groß, wie es bei dem Umfang der Lagerstätte zuerst schien. Es liegen z. B. von Anoplotheriden nur 40 rechte und linke Astragali vor; Calcanei sind es viel weniger. An Metapodien sind rund 100 Stück vorhanden; davon sind nur 8 leidlich ganz, und zwar von den kurzen Mc_2 5 Stück, der Rest 3. und 4. Metapodien, ein sehr bezeichnendes Verhältnis! Von Palaeotherien haben wir nur 4 Sprungbeine, aber mehr Zähne als von den Anoplotheriden, woraus der obwaltende Zufall ersichtlich ist. Die Zahl der noch nachweisbaren Tiere ist also nicht groß. Es ist nach den Fundumständen jedoch klar, daß sie ganz bedeutend größer war. Es sind junge, erwachsene und greisenhafte Tiere vertreten, die jungen seltener als die alten. Dabei sind alle

Teile des Skeletts und des Gebisses nachweisbar, wenngleich von den verschiedenen Arten sehr lückenhaft. Von manchen verstreut in den Nestern unter den Blöcken liegenden Knochen und Zähnen ist die Zusammengehörigkeit zu einem Tier wahrscheinlich. So passen einige zu verschiedener Zeit gefundene Milchzähne von *Anoplotherium* zusammen.

Bißspuren von Raubtieren konnten an den Huftierknochen nicht beobachtet werden. Häufig sind die Knochen und Zähne von Pflanzenwurzeln zerfressen, besonders im oberen Teil der Lagerstätte unter dem Humus. Pflanzenreste kommen im übrigen im Travertin nicht vor. Auch sei noch erwähnt, daß die Fossilien nicht nach Größe und Schwere gesondert sind. Die Sonderung beschränkt sich auf die Schnecken, die niemals im Tuff zwischen den Blöcken gefunden wurden (s. p. 215).

Verhalten der Knochen und Zähne. Gereinigt zeigen die stets hellfarbigen Knochen und Zahnwurzeln eine zart rötlichblaue Tönung mit Rostfleckung; stärker eisenschüssige sind gelb. Manche sind durch Mangandendriten marmoriert, andere mit stalaktitischen Brauneisenerzkrusten bedeckt. Die Spongiosa ist meist mit Calcit durchtränkt, selten ausgelaugt; daher die Knochen schwer oder leicht sind. Wie schon erwähnt, erweist sich das Knochengewebe u. d. M. als Phosphorit.

Die Zähne sind hell bis dunkelbraun, meistens mit schwarzen Flecken. Zahnkeime zeigen bläuliche oder rötliche Töne, die Milchzähne ein lichtes Braun.

Fig. 4. Profil O—W durch die Lagerstätte und den alten Mähringer Steinbruch. ca. 1 : 2000.

a), b) wie vorhin.
c) Sinterboden.
d) Calcitfels.
e) W.J. ζ verstürzt, mit Luftspalten.
f) Schneckentravertin, Bohnerztuff, grüner Letten, brauner Lehm mit Blöcken.
g) Halde.
h) Wirr gelagerter W.J., verbohnerzt.
i) Horizontaler Plattenkalk.
k) Bohnerzlehm.

Lagerung der Höhlenfüllung. Der säugetierführende Blocktravertin ruht schuttkegelartig auf einer nach Osten ansteigenden Tropfsteinunterlage. Diese 10—20 cm starke, mit Stalagmiten besetzte Sinterschicht überkleidet das Liegende — große, verstürzte, nach dem Tal herabbrechende oder saigere

Blöcke — in unregelmäßig welligem Verlauf; Steine und Knochen sind in sie eingebacken; eingeschlossene Blöcke teilen sie. Links im Aufschluß ist die Sinterlage unverletzt, rechts ist sie von Sturzblöcken durchschlagen, so daß hier der Blocktravertin in starken Massen in die Tiefe hinuntergeht. An dieser Stelle finden sich bizarre, metamorphe Blöcke in zäher Lehmpackung; dieser aus Jurakalk entstandene Höhlenlehm enthielt nur wenige zerquetschte *Anoplotherium*-Knochen. Daneben enthielt grünlicher Letten (zersetzter Travertin) einzelne Nagerreste. Die starken brecciösen Travertinmassen enthielten einige Anoplotherienwirbel. Unter der unverletzten Decke links trafen wir übersinterte steilgestellte Bänke, getrennt durch handbreit klaffende Spalten. Im allgemeinen dürften die Bänke unter der Decke radial nach einem nicht genauer zu bestimmenden Punkt im Steinbruch eingesunken sein. Nach S begrenzt Calcitfels als dicke Wandbekleidung ein Stück weit den Blocktravertin. Nach O streicht die Sinterlage zutage (siehe die Profile).

Fauna.

Durch die umfangreichen Grabungen wurden in Mähringen nur folgende Arten gewonnen:

Mammalia.

Hyaenodon cf *Cayluxi* Filh. (sehr selten, ein unterer M).
Pachycynodon neglectus Schloss. (selten; nach Bestimmung von M. Schmidt).
Pseudosciurus suevicus Hens. sp. (selten).
Sciuroides Quercyi Schloss. (sehr selten).
Palaeotherium Kleini n. sp. (sehr häufig).
Palaeotherium sp. (mittelgroß; nur andeutungsweise).
Paloplotherium annectens Owen (selten).
Paloplotherium cf. *Cartieri* Stehl. (selten).
Anoplotherium Pompeckji n. sp. (sehr häufig).
Diplobune secundarium Cuv. (ziemlich häufig).
Diplobune Quercyi Filh. (ziemlich häufig).

Gastropoda.

Cyclotus cf. *suevicus* Sdbg.-Mill. (ziemlich häufig).
Cyclotus Hennigi n. sp. (aff. *obtusicosta* Sdbg., ziemlich häufig).
Pomatias suevicus Mill. (ziemlich häufig).
Pomatias Trendelenburgae n. sp. (ziemlich häufig; gedrungener und größer als vorige; meiner Frau zu Ehren).
Poiretia (Palaeoglandina) costellata Sow. (ziemlich häufig).
Pseudoleacina crassicosta Sdbg.-Mill. (selten).
Zonites (Aegopis) sp. (selten).
Helix sp. sp. (ziemlich selten).
Clausiliide (sehr selten).

Myriapoda.

Julus sp. (von eocänem Tropfwasser eingesintert; bei der Grabung kamen auch lebende Tausendfüßer zutage).

Zu den neuen, später zu beschreibenden Arten sei bemerkt: *Palaeotherium Kleini* erweist sich als ein fortschrittlicher, kleiner Palaeohippide aus der Gruppe des *P. Mühlbergi-Buseri* Stehl. Er hat die Größe von *P. curtum* und *P. Heimi*, kann aber nur mit der letztgenannten Zwergform von Obergösgen und Mormont verglichen werden, von der er sich, soweit Vergleiche möglich sind, durch den Besitz von Cingula und deren Unregelmäßigkeiten unterscheidet. Die P-Reihe ist nahezu so lang wie die M-Reihe, P^4 und P^3 sind vollständig, P^2 ist nahezu molarisiert, M^3 hochkronig, aber nicht hypselodont. Schwache Zementbeläge auf den Außenwänden sind anzunehmen, obwohl allermeist keine Spur mehr davon vorhanden ist. Diese homöodonte Art ist vollständig neu für Süddeutschland.

Die Angabe *Paloplotherium* cf. *Cartieri* gründet sich auf $3\,P^4$, die strukturell am besten mit dieser (allerdings gerade in diesem Zahn problematischen) Art übereinstimmen (Stehlin, Säugetiere d. Schweiz. Eocäns. II. p. 333. Taf. 8 Fig. 63); ferner auf untere M.

Das neue, Herrn Geheimrat Pompeckj zu Ehren benannte *Anoplotherium* ist eine mittelgroße tridaktyle Art, d. h. mit 4zehiger Hand und 3zehigem Fuß. Die Handknochen stimmen in den Proportionen nicht zu dem allein in Frage kommenden *Anoplotherium Laurillardi* (im Sinne Stehlin's); sie sind etwas schlanker. Der Astragalus ist kleiner, obwohl einzelne Zähne und Knochen fast die Größe des *A. commune* erreichen. Die meisten M und P stimmen in den Längenmaßen mit *A. Laurillardi* aus den Braunkohlenmergeln von Gargas sowie aus den Phosphoriten überein, in den Breitenmaßen und strukturell sind z. T. kleine Abweichungen vorhanden. — Am Unteren Eselsberg ist die Gattung nicht nachgewiesen, sondern nur *Diplobune Quercyi*. Nach den mir durch die Freundlichkeit des Herrn Hauptlehrers Mangold in Ulm zugänglich gemachten Materialien seiner Sammlung dürfte dort noch eine kleinere Art, *D. bavaricum*, vorkommen. Ob das *A. commune* von Frohnstetten Beziehungen zu unserer Art hat, wäre zu untersuchen.

Alter der Fauna.

Obwohl das Mähringer Faunenfragment sein besonderes Gepräge zeigt, kann doch kein Zweifel sein, daß eine ludische Fauna vorliegt. Mit der Fauna von Euzet (im Alaisbecken) hat sie weit weniger Beziehungen als zu der klassischen Fauna von Montmartre und Gargas; wir haben es mit einer Fauna der Oberen Gipse zu tun. Die ludische Stufe rechnen wir noch zum Eocän. Mit diesem Befund stimmen die Schnecken überein; z. T. handelt es sich um die Formen von Arnegg und vom Unteren Eselsberg. An *Palaeoglandina costellata*, die von Sandberger zuerst auch für Arnegg angegeben, später aber von Miller in *ovata* umgetauft wurde, muß ich auf Grund der charakteristischen Verzierung festhalten. Diese Glandine ist eine bezeichnende Art des Bembridgekalkes der Insel

Wight (Palaeotherienkalk). *Pomatias suevicus* wird von Miller vom Oberen Eselsberg angegeben; wenn dies kein Versehen ist, wären auch die Schnecken (wie die Säugetiere) schon früher bekannt gewesen.

Wenn die Faunen vom Unteren Eselsberg und von Arnegg auch nicht genau gleichzeitig mit der Mähringer zu sein brauchen, sondern vielleicht etwas jünger sind, so kann der Unterschied doch nicht groß sein. Ich will damit sagen, daß ich sie für älter als den Horizont von Ronzon oder gar als Mitteloligocän halte.

Zustand im Obereocän.

Aus den Beobachtungen ergibt sich: Wir haben den Rest einer durch Denudation und Erosion zutage gebrachten eocänen Tropfsteinhöhle vor uns, die durch Blockmassen und Sinterabsätze ausgefüllt ist. Die Füllmasse sitzt auf verstürzten, zerklüfteten Bänken, was beweist, daß sich unter ihr noch weitere Hohlräume befinden. Der von uns ausgeräumte Hohlraum ist an einer Kluft durch verfallendes eocänes Sickerwasser entstanden, also als Schachthöhle zu bezeichnen. Wie die durch die Schwerkraft niedergebrachten organischen Reste beweisen, war unsere Höhle durch Kamine oder dergl. mit der Oberfläche verbunden. Hohlraumbildung und -füllung gingen Hand in Hand; die Füllmasse rührt nicht von einem katastrophalen Verbruch der Decke (Z-Platten) her, sondern die schichtfremden Korrosionsblöcke stammen aus der ganzen Mächtigkeit des überlagernden Schichtstoßes und sind durch ein System von abwärtsführenden Kammern, Schloten, Klüften in unsere kleine, durch Schichtfugenerweiterung entstandene Höhle seitlich eingefüllt worden, aber ohne wesentlichen seitlichen Transport. Völlig abgeschlossen gegen außen war die Höhle unmittelbar nach ihrer Füllung im Obereocän, wie die isochrone Fauna und der Mangel an allen Fremdbestandteilen z. B. Quarzkörnern der burdigalischen Molasse, beweisen. Die Dicke des zur Zeit der Entstehung überlagernden Schichtpaketes läßt sich mit Hilfe der W. J.-Profile von Arnegg und Wippingen im benachbarten Blautale ermitteln, wo über den unten im Tale anstehenden Krebsscherenkalken Marmore, Korallenkalke, Echinodermenbreccien und Oolithe auftreten, bei Arnegg in einer Mächtigkeit von 70—80 m, bei Wippingen von über 100 m[1]. Dasselbe Profil erweisen für Mähringen die Sturzblöcke, d. h. die Höhle lag zur Zeit der Füllung mindestens 100 m tief unter Tag. Die Blockmasse samt den zerschmetterten Knochen als Bergsturz zu erklären, ist unmöglich, weil dann die Form des Schuttes eine andere sein müßte, und weil vor allem die Korrosion

[1] Vgl. auch die von F. Musper aus der Heidenheimer Alb gegebenen Profile (Der Brenztaloolith etc. Jahresh. d. Ver. vaterl. Naturk. in Württ. 76. 1920 u. 77. 1921). Dort die ältere Literatur (Schmierer u. a.).

der Blöcke und Knochen sowie der Travertinabsatz nur durch Tropfwasser tief im Innern des Gebirges erklärbar ist. Verteilung und Zustand des Skelettinventars weist darauf hin, daß es unter Vermischung aus großer Höhe herabgefallen, gleichsam als Filtrat herabgetropft ist. Da alle Skeletteile vertreten sind, müssen die Knochen unmittelbar von ganzen Skeletten herkommen, nicht von im nicht fossilen Zustand irgendwie zusammengebrachten Knochenanhäufungen, d. h. die Kadaver hingen oben eingeklemmt zwischen den Felsen in den Spalten. Ihre Anwesenheit erschließen wir aus dem Phosphatgehalt des Travertins, der nicht ausschließlich aus den Knochen stammen kann, weil in diesen die Phosphorsäure eher angereichert ist[1].

Damit kommen wir zu der Frage: Wie sah die eocäne Landoberfläche hier aus? Läßt sich aus dem Stumpf der Schachtkammer das zugehörige Oberflächengebilde bestimmen? Haben wir z. B. oben eine Doline, in der Wasser stand (Dolinensee) anzunehmen? Für unsere Stelle gibt das Höhlenarchiv ziemlich genaue Auskunft. Nackten Fels, Moos, Gebüsch und Bäume zeigen die Schnecken an, teils subtropische Formen, wie sie heute um das Mittelmeer herum leben, teils solche, die sogar tropische Klimawerte verlangen (Oleaciniden). Die eichhornartigen Nager verlangen ebenfalls Wald, die kleinen Raubtiere Felsenschlupfe. Die gleich häufigen Paar- und Unpaarzeher zogen weidend in Herden über die Alb; mindestens die Palaeohippiden bedingen ebene Flächen. Die Anoplotheriden waren wohl langsamer als jene und benötigten weiche, saftige Kost, Knollen und Kräuter. Danach ergibt sich das Bild bewachsenen Karstes: Wald, Freiflächen, dazwischen nackter Fels. Die Freiheit der Höhlenfüllung von Roterde, Sand oder sonst einer Bodenart der tertiären Landoberfläche bei Anwesenheit von bodenbewohnenden Gastropoden weist darauf hin, daß die Ausgänge unserer Höhle nach oben im nackten Gestein lagen. Einen der Tierwelt verderbenbringenden „Knochensammler“ müssen wir oben annehmen. Da bei weitem nicht die ganze Fauna des Obereocäns sich versammelt hat, ist im Hinblick auf die reichere Fauna des Unteren Eselsberges klar, daß „die Falle“ nur kurze Zeit wirksam war. Nach der Zahl der Knochen darf man annehmen, daß hier ganze Herden verunglückten; nicht durch Katastrophen, sondern die Herdentiere gerieten auf ihrem Weidegang in die Spalten, wie noch heute das Vieh in den Schächten, Schlünden oder ungeschützten Dolinen verkarsteten Weidelandes verunglückt. Die Anwesenheit des Raubzeuges, der Nager und der in und an den Felsen sitzenden Schnecken bedarf keiner besonderen Erklärung. In die Spalten geratene Pflanzenreste wurden durch das Tropfwasser schon in den

[1] In Caylux sind Aasfresser nachgewiesen. K. Flach, Über zwei fossile Silphiden (Coleoptera) aus den Phosphoriten von Caylux. D. Entom. Zeitschr. 1890. p. 105.

oberen Teufen zerstört. Die Einwehung oder Einspülung von Bodenteilen wurde vielleicht durch die starke Pflanzendecke unterbunden.

Daß die Knochen durch Raubtiere erst in deren Felsverstecke zusammengeschleppt, zerbissen und dann in die Tiefe verfallen wären, ist nicht erweislich. Auch ein durch Abdichtung der Spalten entstandener Dolinensee, der als vielbesuchte Tränke gedient hätte (wobei es erfahrungsgemäß zu Knochenansammlungen kommt), ist unwahrscheinlich; man müßte dann z. B. Wasserschnecken konstatieren.

Nachträgliche Veränderungen des Knochenlagers.

Am Schluß der Eocänzeit war die gefüllte Höhle von der Außenwelt vollkommen abgeschlossen [1]; sie lag in über 100 m Tiefe. Während des Unter- und Mitteloligocäns beträgt die Abtragung in unserem Gebiet schätzungsweise 50 m; im Oberoligocän kommt 20 m Sediment hinzu, indem der untere Süßwasserkalk sich über die Blockfüllung legt, ähnlich wie im Quercy der Agener Weißkalk mit *Helix Ramondi* über die Phosphorite. Die postaquitanische Denudation bis zum Schluß des Miocäns mag ebenfalls 50 m betragen. Ihr stehen an Sedimentation 3 m burdigalischer Molasse gegenüber. Während dieser Meerestransgression war die Abdichtung des Untergrundes so vollkommen, daß keine Spur des Marins unsere Lagerstätte verunreinigen konnte. Um die Wende von Miocän und Pliocän lagern sich noch 10 m fluviatiler Schotter (ferrettisierte Kieselschotter) auf. Der postmiocänen Erosion sind 48 m Sediment zum Opfer gefallen, nämlich 33 m tertiäre Ablagerungen und 15 m Plattenkalk. Der letztgenannte Betrag von 15 m Plattenkalk ist nach dem Grad der Reinheit und der Aufbereitung des Knochenlagers viel zu klein, um die Annahme einer präaquitanischen Landoberfläche in rund 600 m relativer Meereshöhe zu rechtfertigen. Wir kämen dann zur Annahme einer toten Landschaft während der langen Zeit des Unter- und Mitteloligocäns, wogegen das durch die Sturzblöcke in der eocänen Schachthöhle gewährleistete W. J.-Profil durchaus spricht. Diese Blöcke können nicht älter sein als W. J. ζ, also muß das Land damals höher gewesen sein.

Die Bildung des Tropfsteins und die Umsetzung der tierischen Phosphorsäure zu Phosphat ist nur bei sehr konstanter Temperatur und Feuchtigkeit, d. h. im Erdinnern, denkbar. Ferner ist zu erwägen, daß die Einsinterung der Höhlenfüllungen nur in der Nähe des unteren Grundwasserspiegels erfolgt sein kann, der also in unserem Fall rund 80 m über dem heutigen nächsten Blauspiegel

[1] Der dichte Abschluß mag an dieser Stelle durch das Zusammensinken des Gebirges infolge der starken chemischen Erosion bedingt sein; anderswo rührt daher die erste Anlage der später erosiv ausgestalteten Trockentäler.

lag. Arnegg und Unterer Eselsberg liegen ungefähr ebenso hoch darüber. Diese höhere Lage des Grundwasserstandes bedingt eine stärkere Heraushebung der Ulmer Alb zur Eocänzeit als heute, was mit der Verkarstung im Einklang steht. Erst im Diluvium wird die Höhlenbildung wieder sehr stark. Daß mehr diluviale als eocäne Höhlen erhalten sind, liegt daran, daß die älteren durch die Denudation weitergehend zerstört sind[1]. Stillstand der Verkarstung dürfen wir für unser Gebiet im Oberoligocän, Untermiocän, Mittelmiocän und im Pliocän annehmen; zu diesen Zeiten lag unser Vorkommen unter dem Grundwasser- bezw. Meeresspiegel. Die präobereocäne Denudation reichte vermutlich schon aus, um Karsttrichter der Kreide samt ihren terrestren Einfüllungen bei uns zu vernichten. Denn diese Trichter oder Klüfte können nicht tief gewesen sein, weil im Obertithon, der Unterkreide bis zur Oberen Kreide die Alb nur wenig über den Meeresspiegel erhoben war, wie wohl allgemein angenommen wird (vgl. auch Krumbeck, Beiträge zur Geologie Nordbayerns). Nur das Eisen der cretacischen Roterdebildung hat sich vielleicht teilweise in den alttertiären Bohnerzen erhalten. Die Annahme der eocänen Landoberfläche in rund 700 m relativer Höhe ist nach allen vorliegenden Daten daher nicht zu hoch gegriffen. Der Denudationsbetrag von rund 130 m gilt natürlich zunächst nur lokal; es ist wohl denkbar, daß Reste der cretacischen Landoberfläche unter besonderen Umständen (z. B. Versenkung) heute noch auf der Hochalb vorhanden sind (H. Reich), aber man darf immerhin den Beweis durch Fossilien fordern.

Analoge eocäne Höhlenbildungen sind schon lange bekannt; z. B. bei Melchingen und Salmendingen auf der Tübinger Alb, wo die Verkarstung bis auf W. J. γ heruntergeht und Weiger richtig eine Decke von W. J. ε über die geöffneten Spaltenhöhlen zeichnet. Auf dem Heuberg wird es sich um freigelegte Stümpfe von Kluthöhlen aus ebenfalls großer Tiefe handeln. Wir kommen damit noch auf die Bohnerzbildung zu sprechen.

Bohnerz. Abgesehen von einigen Travertinblöcken, deren konzentrischschalige Ooide stark eisenhaltig sind (Pisolithe), ist die Mähringer Lagerstätte, wie schon eingangs erwähnt, frei von Rotfärbung und Bohnerz. Die Konzentration des Eisens ist andere Wege gegangen; rings um die Höhlenfüllung herum ist der Plattenkalk durch Rotlehm mit Bohnerz und Bolus mit und ohne Bohnerz verdrängt. Das Alter dieser Bildungen steht nicht fest, und die ganze Erscheinung ist schwer zu erklären. Wir sehen nur, daß der dem Mähringer Travertin ganz ähnliche Kalktuff der Spalten

[1] Branca (Aufpressung und Explosion ... im Ries. Z. D. G. G. Monatsber. 1913. p. -268-) hat sich mit der Zahl der Höhlen in vordiluvialer Zeit beschäftigt mit dem Ergebnis, daß „in obermiocäner Zeit nicht mehr, sondern eher nur weniger Höhlen und unterirdische Wasserläufe als heute im Albkörper gesteckt haben".

im städtischen Steinbruch am Unteren Eselsberg durch Eisenoxyd intensiv rot gefärbt ist und stellenweise zahlreiche Bohnerzkörner führt. Auch sind dort in den Klüften große Massen stalaktitischen Brauneisenerzes ausgeschieden. Diese Rotfärbung (und weiterhin die Bildung von Stuferz) ist also nicht syngenetisch mit der im Innern des Gebirges entstandenen Höhlenfüllung. Es handelt sich um eine spätere Verwitterungserscheinung. Auf den Vorgang der Bohnerzbildung brauche ich nicht näher einzugehen; er ist durch die zahlreichen neueren Arbeiten weitgehend geklärt. Die Zeitlücke, die zwischen Untertithon und Obereocän klafft, reicht vollständig zur Erklärung der erforderlichen Eisenmengen im Verwitterungsboden der dauernd (durch vorwiegend chemische Erosion) sinkenden karstigen Landoberfläche. Seit der Kreide haben wir Roterdebildung mit Konzentration des Eisens an der Basis. Wo das Eisen nicht im Boden festgehalten d. h. nicht ausgefällt wird, wandert es in die Tiefe. Das Hinabgreifen der Konzentration in die Tiefe in der mannigfaltigsten Weise ist nach der Beschaffenheit des Untergrundes leicht verständlich und damit auch die Bildung von primärem und sekundärem Bohnerz, Felsenerz, Lettenerz, Stuferz usw. Unrichtig ist es nur zu sagen, fertiges Bohnerz und herumliegende Knochen seien von der Oberfläche in die Spalten gespült worden; derartiges gibt es nur in kleinstem Maßstab.

In den tertiären säugetierführenden Bohnerzlagern haben wir alte Karstrelikte, Bildungen in Schacht- oder Schichtfugenhöhlen, die bis auf den jeweiligen unteren Grundwasserstand oder die oberste undurchlässige Bank hinabreichen. Ältere Füllungen können bei Wiederaufleben der Verkarstung tiefer sinken, wie dies bei den erwähnten Salmendinger Höhlen der Fall ist (eocäne Knochengerölle, Weiger p. 215). Die Verbohnerzung der Höhlen ist ein späterer Vorgang, der sich in den diluvialen Höhlen wahrscheinlich noch heute vollzieht.

Berlin, Geol.-pal. Institut der Universität, 17. Jan. 1922.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Linneit von Littfeld in Westfalen und zinkhaltiger Kupferglanz von Sinaloa in Mexiko.

Von **A. Eichler, M. Henglein** und **W. Meigen.**

1. Linneit von Grube Viktoria.

Nachdem von der Grube Viktoria bei Littfeld[1] (Müsen) der Kobaltnickelpyrit als neues Mineral durch M. Henglein[2] bekannt wurde, übersandte Herr Dr. Krantz eine Anzahl Stufen mit Kobaltnickelkies, aus einem im Jahre 1904 auf der Grube Viktoria gemachtem Anbruch stammend. Schon nach den äußeren Kennzeichen ließ sich dieses Mineral nicht mit Kobaltnickelpyrit identifizieren; es erwies sich als Linneit.

Die stahlgrauen bis silberweißen Linneitkristalle erreichen bis 1 cm Größe. Diese sinkt herunter bis zu derben Aggregaten, die Hüttenprodukten gleichen infolge der Hohlräume. Gut ausgebildete Kriställchen von etwa 2—3 mm Größe, die stärksten Glanz zeigen, enthalten die Kombination: O (111), h (100), y (432), i (113). Die Ausbildung ist oktaedrisch. Die Form (113) ist bisher nicht mit Sicherheit und nur als 11 m in der Literatur angegeben. Obwohl sie auch hier meist eine Streifenfläche ist, ergaben doch mehrere Kriställchen gute Reflexe, so daß die Form 113 gesichert ist. Zwillinge nach dem Spinellgesetz sind häufig. Größere Kristalle und derbe Massen zeigen durch Anlaufen einen mehr oder weniger starken Stich ins Rötliche. Die Dichtebestimmung konnte mit reinstem Material pyknometrisch durchgeführt werden und ergab 4,85.

Vorkommen. Begleitmineralien des Linneits auf der Grube Viktoria sind Kupferkies und Bleiglanz. Der weniger häufige Millerit schließt den Linneit aus und durchwächst den Bleiglanz in langen dünnen Nadeln, die bis 2 cm Länge darüber hinaus in den Drusenraum reichen. Eng verwachsen sind Kupferkies und Bleiglanz mit Linneit, so daß eine Sukzession schwer zu erkennen ist. Es scheint, daß Kupferkies die älteste Bildung ist; sie greift aber auch in derben Linneit ein. Selten treten auch Kupferkieskristalle neben Linneitkristallen auf.

---

[1] in der Literatur auch als Viktoria bei Müsen bezeichnet.

[2] diese Zeitschr. 1914. 129.

Die Analyse von Kriställchen der reinsten Erzstufe ergab im Mittel folgende Zusammensetzung[1]:

Co	26,08
Ni	31,18
Fe	0,62
S	42,63
Gangart	0,16
	100,67

Die Atomzahlen für Co + Ni + Fe sind innerhalb der Fehlergrenzen genau $\frac{3}{4}$ der Atomzahl des Schwefels. Das Verhältnis Co : Ni ist fast genau wie 5 : 6. Dem vorliegenden Linneit kommt demnach die Formel $5\,Co_3S_4 . 6\,Ni_3S_4$ zu, wobei ein kleiner Teil des Kobalts und Nickels (rund $\frac{1}{100}$) durch Eisen ersetzt ist. Die Zusammensetzung der untersuchten Erzstufe kommt damit der theoretischen Formel des Linneits bei weitem am nächsten. Alle früheren Analysen weichen, z. T. recht erheblich, davon ab und zeigen einen viel größeren Eisen-, zuweilen auch noch Kupfergehalt, der ohne Zweifel auf beigemengten Kupferkies zurückzuführen ist.

Eine zweite, weniger reine Erzstufe, der noch etwas Bleiglanz beigemengt war, ergab nachstehende Zusammensetzung:

Co	23,39
Ni	27,78
Fe	2,98
Mn	0,25
Pb	4,00
S	40,40
Gangart	1,64
	100,44

Berechnet man das Blei als Bleiglanz, so ist das Verhältnis der übrigen Metalle zur Atomzahl des Schwefels wieder fast genau wie 3 : 4 und Co : Ni verhalten sich ebenso wieder wie 5 : 6, so daß sich für Linneit dieser Stufe die Formel $5\,Co_3S_4 . 6\,Ni_3S_4 . 0{,}7\,(Fe, Mn)_3S_4$ ergibt.

2. Zinkhaltiger Kupferglanz aus Sinaloa in Mexiko.

Aus dem Staate Sinaloa, Westküste Mexikos, wahrscheinlich aus dem Bezirk Rosario, südöstlich Mazatlan, erhielten wir durch Herrn Dipl.Ing. W. Maucher in München eine Goldstufe, die neben reichlichem blechförmigem Freigold ein stahlgraues Erz und etwas Ziegelerz führt. Die Gegenwart des letzteren ließ in dem stahlgrauen, geschmeidigen Mineral Kupferglanz vermuten. Es fielen aber die geringere Geschmeidigkeit und der schwarzgraue Strich, der verrieben heller ist und unter der Lupe einen Stich ins Grünliche erkennen läßt, auf. Die Lötrohruntersuchung ergab neben Kupfer einen Zink- und Tellurgehalt. Das Auftreten eines Tellurids

[1] Einzelheiten über die Ausführung der Analysen, sowie die analytischen Belege sind mitgeteilt in: A. Eichler, Chemische Untersuchung einiger sulfidischer Erze. Inaug.-Diss. Freiburg i. B. 1921.

wäre nicht merkwürdig, da solche sonst auf Goldquarzgängen sehr häufig sind. Es wurde nun schärfer geprüft, ob eine homogene Masse oder ein Mineralgemenge, etwa wie Kupferglanz, Zinkblende und eine der bekannten Tellurgoldverbindungen vorlag. Die chalkographische Methode, die geeignet schien, über die Mikrostruktur Auskunft zu geben, war auch nicht sicher, da infolge der engen Verwachsung mit Quarz nur schwierig ein geeigneter Anschliff zu erreichen war. Das Erz tritt nämlich als höchstens 0,7 cm breite Ader neben einem bis etwa 2 cm mächtigen Goldquarzgang auf in verkieseltem Nebengestein. Die völlige Entfernung des Quarzes war daher nicht möglich und dieser riß beim Schleifen Gruben in das weiche Erz ein. Der lichtgraue Anschliff schien aber homogen zu sein. Weiteren Aufschluß sollte nun die quantitative Analyse bringen.

Das durch vorsichtiges Ablösen und Schlämmen größtenteils von beigemengtem Quarz befreite Erz ergab bei der quantitativen Analyse folgende Zusammensetzung[1]:

Cu	51,75
Zn	11,72
Fe	7,73
Pb	0,55
Au	1,90
S	23,14
Te	0,91
Gangart	2,83
	100,53

Das Erz ist im wesentlichen ein Kupferglanz, in dem ein erheblicher Teil des Kupfers durch Zink und Eisen, ein kleiner durch Blei ersetzt ist. Ob das Tellur einen Teil des Schwefels vertritt oder an das Gold als Tellurgold gebunden ist, läßt sich bei der kleinen Menge analytisch nicht entscheiden. Möglicherweise ist das Gold nur mechanisch beigemengt, da die Erzstufe reich an gediegenem Gold ist und sich eine vollständige Trennung nur schwer durchführen ließ.

Zu Wing Eastons Versuch einer Lösung des Tektiträtsels.

Von **Franz Ed. Suess.**

Solange nicht der Fall tektischer Gläser aus dem Weltraume unmittelbar beobachtet wurde, bleibt die kosmische Herkunft dieser eigenartigen Naturkörper eine Hypothese. Es ist nicht zu erwarten, daß ein solcher Fall in absehbarer Zeit eintreffen wird, und jeder Versuch, der Hypothese andere Möglichkeiten entgegenzustellen und auf ihren Wahrscheinlichkeitswert zu prüfen, kann als wahrheitsfördernd begrüßt werden, auch in dem Falle, daß er zurückgewiesen

[1] Nähere Angaben über den Gang der Analyse usw. finden sich bei A. Eichler, l. c.

werden muß. Einen solchen Versuch hat kürzlich N. Wing Easton unternommen [1]. Seine Ansicht bezieht sich auf alle Arten der Tektite; sie wird aber vorwiegend an den Billitoniten erläutert. Zwei schöne Tafeln und genaue Beschreibungen der Formen und Skulpturen der Billitonite suchen die Darlegungen zu unterstützen.

Indem ich hier zu der neuen Anschauung Stellung nehme, folge ich einer Einladung der Schriftleitung dieser Zeitschrift.

Die Meinung Wing Easton's ist in Kürze folgende: Die Tektite sind keine aus Schmelzfluß erstarrte Gläser, wie man bisher glaubte, sondern erstarrte Kolloide, die durch allmähliches vollständiges Eintrocknen in Glassubstanz umgewandelt („vitrified") worden sind. Diese Körper wären deshalb besser als Xerolithe zu bezeichnen; der Bequemlichkeit halber wird aber der gebräuchliche Name Tektite beibehalten. In Gebieten mit besonders reichlicher Humusentwicklung bleibt ein Rest der Humusstoffe im Boden unzersetzt. Er entnimmt dem Boden Alkalien ohne sich damit zu sättigen, und bildet mit Wasser ein Humussol, das auf die unorganischen Bestandteile der Unterlage stark zu wirken und sie als kolloidale Lösungen fortzuführen imstande ist. Auf Granit und verwandten Gesteinen wird wahrscheinlich eine ausgesprochen silikatische Kolloidlösung entstehen. Derartige anorganische Kolloidlösungen sind in der Regel unbeständig und koagulieren bei Zutritt eines Elektrolyten schon in sehr geringer Konzentration. Es ist aber auch möglich, daß im vorliegenden Falle die Konzentrationen nicht unbedeutend gewesen sind. Solche Gele sind reversibel, solange die Feuchtigkeit erhalten bleibt; der Niederschlag kann, bevor er ausgetrocknet ist, neuerdings absorbiert und zur Schwellung gebracht werden.

Das Humussol wurde an gewissen bevorzugten Stellen gesammelt und in jahreszeitlichen Schwankungen abwechselnd unvollkommen eingetrocknet und durch neuerlichen Zuschub in feuchter Zeit wieder aufgequollen und angereichert. Eine sehr feine Blätterung der Masse zeigt diesen Vorgang an. Die einzelnen Zuwachslagen besitzen aber die gleiche chemische und physikalische Beschaffenheit. Eine schwache und verwaschene Schichtung, die in größeren Schliffen sichtbar ist, wird auf diese Weise erklärt.

Bei gleichartigen Ausgangsstoffen soll keine Veranlassung gegeben sein zu besonderer Abwechslung in der Zusammensetzung dieser Lösungen. Dies mag es erklären, daß die Vorkommnisse der einzelnen Tektitgebiete einen chemischen Haupttypus beibehalten.

[1] Sr. N. Wing Easton, The Billitonites (an attempt to unravel the Tectite puzzle). Verh. d. Koninkl. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. (Tweede Sectie.) Deel XXII. No. 2. p. 1—32. 1921. — Autoreferat im N. Jahrb. 1922. I. 2. Heft.

Örtlich ungleiche klimatische Bedingungen innerhalb dieser Gebiete sollen gewisse Ungleichheiten innerhalb der einzelnen Tektitgruppen, z. B. der in Australien und im böhmisch-mährischen Gebiete verständlich machen.

Die löcherige Oberfläche der Tektite wurde nach Wing Easton's Meinung durch das Entweichen der Gase aus dem erstarrenden Gel erzeugt. Die verschiedenen sehr kennzeichnenden Skulpturformen der Billitonite, die Furchen und Rinnen, die nabelförmigen und trichterförmigen Vertiefungen u. a. werden durch verschiedenartige Abwandlungen und örtliche Beeinflussungen des Entgasungsvorganges erklärt, je nachdem die Gase in der Nähe der Oberfläche oder im Innern ausgeschieden wurden, je nachdem Sprünge vorgebildet waren, je nach der stärkeren oder schwächeren Krümmung der Oberfläche usw.

Folgende sind die wichtigsten unter den Gründen, die mich veranlassen, diesen neuen Versuch einer Lösung des Tektiträtsels abzulehnen.

In ihrer physikalischen Beschaffenheit stehen die Tektite weit ab von allem, was an kieselsauren Gelen bekannt ist. Gele findet man kaum je in so vollkommener, klar durchsichtiger, glasartiger Reinheit. Vor allem aber haben durch Austrocknung von Silikatkolloid entstandene Gele stets eine größere oder geringere Menge von Wasser zurückbehalten, und es scheint nicht möglich, daß auch die größte Trockenheit und bedeutendste Erwärmung im irdischen Klima imstande wäre, einem im Boden ruhenden Gel das Wasser vollkommen zu entziehen. Das wäre vermutlich nur durch Glühen oder durch Umschmelzen im Glasofen zu erreichen. Es haben ja auch die aus dem Schmelzflusse erstarrten Obsidiane eine nicht unbeträchtliche Menge von Gas und Wasser zurückbehalten, so daß die meisten von ihnen vor dem Lötrohre, im Gegensatze zu den ruhig aufschmelzenden Tektiten, zum Schäumen gebracht werden. Dem Fehlen des Wassers, dem geringen Gehalt an Alkalien und dem hohen Tonerdegehalte ist es wohl zuzuschreiben, daß die Tektite im Gegensatz zu den Obsidianen keine Neigung zu Entglasungen zeigen und nur geringe Spuren von Mikrolithen ausgeschieden haben [1].

Örtliche Ansammlungen aus Verwitterungsrückständen sollten doch von örtlichen Zufälligkeiten abhängig sein. In dem großen Verbreitungsgebiete der Moldavite finden sich granitische Gesteine und kristalline Schiefer von recht verschiedenartiger Zusammensetzung. Noch weit größere Mannigfaltigkeit an verschiedenen Gesteinstypen umfassen die großen Verbreitungsgebiete der Billitonite von der malayischen Halbinsel bis Borneo und bis Java und der

[1] F. E. Suess, Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 50. 1900. p. 248.

Australite quer über die ganze Längsausdehnung des australischen Kontinentes. Es ist doch sehr auffällig und mit der hier besprochenen Vorstellung nicht erklärbar, daß die einzelnen Tektitgebiete trotz kleiner Schwankungen einen sehr bezeichnenden chemischen Gesamttypus bewahren, der nicht über die Verschiedenheiten innerhalb eines einheitlichen Eruptivkörpers hinausgeht. Noch weniger aber läßt sich mit Wing Easton's Vorstellung die Wahrnehmung in Einklang bringen, daß die Tektite stets als abgesonderte einzelne Körper, niemals als Krusten auf anderen Gesteinen oder auf Spalten gefunden werden, und daß sie niemals irgend eine Trübung oder sonstige Einschlüsse enthalten, wie das für Bodenkolloide anzunehmen wäre. Sie bestehen ausnahmslos aus vollkommen klarem und reinem Glase.

F. E. Wright[1] untersuchte die inneren Spannungsverhältnisse von Moldaviten aus ihrem optischen Verhalten und verglich sie mit isländischen Obsidianen. Sie verhalten sich nicht spannungslos wie das Innere großer Obsidianströme oder wie künstliches Glas. Sie sind nicht als Trümmer einer großen gleichmäßig ausgekühlten Glasmasse anzusehen. Ebenso wie die kleineren lose abgespritzten Fetzen und Trümmer von Obsidian zeigen sie starke innere Spannungen, die auf rasche Abkühlung der einzelnen hocherhitzten Bruchstücke schließen läßt.

Auch zu der eigenartigen und höchst bezeichnenden Skulptur der Moldavite und der Billitonite wird auf der Oberfläche bekannter Gele kaum etwas Vergleichbares zu finden sein. Die tiefen, scharfkantigen Rinnen, Gruben und Kerben sind nach der übereinstimmenden Auffassung verschiedener Beobachter durch Einwirkungen von außen her erzeugt worden. Die halbmondförmigen gebogenen sehr gestreckten Rinnen und Furchen auf der Oberfläche vieler Obsidiane sind ihnen sehr ähnlich. Auf isländischen Obsidianen sind sie begleitet von Hyalitausscheidungen und entstanden, nach Wright, durch die Einwirkung von heißen, vermutlich sehr beweglichen und gasreichen Lösungen. Merrill erzeugte Ähnliches durch Einwirkung von Flußsäuredämpfen auf Obsidian und künstliche Gläser. Falls die Moldavitskulptur während der Lagerung der Körper im Boden entstanden ist, so konnte sie gewiß nicht durch Flußsäure oder irgendwelche heiße oder gasreiche Lösungen bewirkt werden. Solche standen auf der alten schotterbedeckten Rumpffläche nicht zur Verfügung. Es fehlt in dem ganzen Moldavitgebiete jede Spur vulkanischer Erscheinungen. Am ehesten könnte noch an die ätzende Wirkung von Humusstoffen gedacht werden. Dabei bleibt es aber sehr auffällig, daß die Innenflächen auf-

[1] F. E. Wright, Obsidian from Hrafntinnuhryggur, Iceland. its lithophysae and surface markings. Bull. Geol. Soc. America. Washington. 27. 1915. p. 280. The Moldavites.

gebrochener großer Blasenräume und auch kleinerer Blasen vollkommen glatt geblieben sind, obwohl diese Körper in ihrer gegenwärtigen Gestalt gewiß lange Zeit in dem humusreichen Boden gelegen sind, und daß auch die Absplitterungsflächen paläolithisch bearbeiteter Moldavite keine Spur einer Ätzung und kaum eine Trübung des Glasglanzes zeigen [1].

Die Moldavitskulptur überzieht auch alle Flächen scherbenförmiger Bruchstücke, deren scharfe Kanten bezeugen, daß sie zur Zeit der Ausbildung der Skulptur vollkommen starr und glasartig gewesen sind, daß der Überschuß der in Lösung vorhandenen Gase schon zu dieser Zeit in Blasen festgehalten war und nicht mehr Austritt an die Oberfläche erzwingen konnte.

Wie Wing Easton richtig hervorhebt (p. 10), gehören die verschiedenen Arten von Tektiten zu einer einzigen Gruppe von Körpern, die gleichen Ursprung haben müssen, und es geht daher nicht an, daß ein Versuch, ihre Herkunft zu erklären, nur auf einzelne Arten Bezug nimmt, und die Eigenschaften der übrigen außer acht läßt. Das muß auch bei der Beurteilung ihrer Gestalten im Auge behalten werden. Nierenförmige, traubige, ästige, stalaktitische Gebilde, überhaupt die Formen, in denen Gele am häufigsten auftreten, finden sich nicht unter den Tektiten. Unter den Billitoniten finden sich in großer Zahl kugelige, gestreckte, birnförmige und mehr oder weniger unregelmäßige Formen, die bei konkretionsartigen Gelen wohl vorkommen können. Es ist aber schwer denkbar, wie erstarrte Kolloide die außerordentlichen Mengen scherbenförmiger Bruchstücke liefern konnten, die über den Südrand der Budweiser Ebene ausgestreut ist. Die Australite aber sind fast immer gut ausgebildete, geometrische Gestalten. Sie umfassen alle denkbaren Typen von freien Rotationsformen. Kerr Grant hat darauf hingewiesen [2].

Am interessantesten sind die glockenschwengelförmigen Stücke; sie werden vereinzelt auch unter den Billitoniten gefunden. Hier ist die Natur dem Wunsche der Physiker entgegengekommen und hat dargestellt, was theoretisch abgeleitet, aber nicht durch das Experiment zu erreichen war [3]. Formen gleicher Art, aber viel kleiner, finden sich unter den tropfenförmigen Auswürflingen eines Spratzkegels des Kilauea. F. A. Perret hat sie aufgefunden und als „Pelee's Tränen“ beschrieben. Ich habe bereits auf die Analogie mit den Australiten hingewiesen [4].

[1] F. E. Suess, Rückschau und Neueres über die Tektitfrage. Mitteil. d. Geol. Ges. Wien. 1914. p. 72. — J. Bayer, Zur Frage der Herkunft der Tektite. Ebenda. 1919. p. 248.

[2] Proceed. Royal Soc. Victoria. **21**. 1909. p. 444

[3] Siehe Herkunft der Moldavite etc. p. 339 Anm.

[4] Rückschau und Neueres. p. 78 Anm.

Moor[1] hat den Vergleich eingehender fortgeführt und aus diesem Gebilde ebenfalls die Lehre gezogen, daß die verschiedenen Formen der Australite durch freie Rotation einer erstarrenden Flüssigkeit in der Atmosphäre entstanden sind. Die stoffliche Beschaffenheit von Pelee's Tränen ist sehr verschieden von der der Australite. Sie bestehen aus dunklem, schaumigem, sehr basischem Glase (nach der von Moor angeführten Analyse 49,94 % SiO_2).

Es mag unentschieden bleiben, ob die Australite ihre Rotationsformen, wie Kerr Grant vermutete, durch Aufschmelzen in der irdischen Atmosphäre erworben oder bereits aus dem Weltraume mitgebracht haben. Die Umformung aus Rotationskörpern aber zu knopfförmigen Gestalten, den sehr kennzeichnenden Rückstauwulst und die spiralen Stauwellen an der Unterseite haben die Australite gewiß während eines sehr raschen Falles durch die Luft erworben. In bezug auf die Einzelheiten: die eigentümliche Fluidalstruktur und die dunklere Färbung im Glase des Rückstauwulstes, als Zeugnisse einer Aufschmelzung an der Stirnseite des Glases, auf den spiralen Verlauf der Stauwellen an der Unterseite und auf die eigentümliche Asymmetrie der Glockenschwengel als Zeugnisse einer raschen Drehung der erstarrten Körper während des Falles, muß hier auf bereits Gesagtes verwiesen werden[2]. Der Versuch, diese mit großer Regelmäßigkeit an verschiedenen Stücken wiederkehrenden Merkmale durch zufällige Pressungs- und Quellungsvorgänge an Gelen zu erklären, kann nicht befriedigen.

Die eigentümliche Verbreitung der Tektite, die strenge Scheidung der einzelnen so scharf gekennzeichneten Arten in drei gesonderte, wenn auch sehr ausgedehnte Verbreitungsbezirke, ihr bisheriges Fehlen in den größten Strecken des Festlandes, ist ebenfalls eine so auffallende Tatsache, die auch durch weitere von Wing Easton erhoffte Funde ihre entscheidende Bedeutung für die Beurteilung der Naturerscheinung nicht verlieren würde[3]. Sie läßt sich kaum vereinbaren mit der Auffassung der Tektite als örtliche Produkte der Verwitterung und ist am besten zu begreifen durch die Annahme, daß drei gesonderte Schwärme nur dem Zufalle gehorchend über die Gebiete mit so verschiedenartigem Untergrunde ausgestreut wurden.

[1] E. S. Moore, „Pelee's Tears" and their bearing on the origin of Australites. Bull. Geol. Soc. America. 27. 1916. p. 51.

[2] Rückschau und Neueres über die Tektitfrage. p. 78 ff.

[3] Wing Easton erwähnt unter den Tektitarten auch Americanite. Ich bin nicht der Meinung, daß die von Ježek und Woldřich abgebildeten Stücke zu den Tektiten gehören (Bull. internat. de l'Acad. des sciences de Bôhême. Prag 1910). Die matte Oberfläche mit sichtlich durchgreifender, ebenflächiger Fluidalstruktur und einzelnen, meist halbmondförmigen Ätzungsgruben findet sich in gleicher Ausbildung an abgerollten und angewitterten Trümmern größerer Obsidianströme. Eine chemische Analyse würde die Frage entscheiden.

Landschaftsaufbau am Ostrande der Rheinischen Masse.

Von **Hermann Harrassowitz** in Gießen.

Mit 1 Textfigur.

Morphologisch-geologische Fragen der jüngeren Vergangenheit lassen sich in solchen Gebieten besonders klar übersehen, wo ältere Landoberflächen versenkt und verschüttet wurden oder sich Eruptivgesteine in großem Ausmaß deckenförmig ergossen haben. Dann liegen die jüngeren Landschaften nicht, wie es in reinen Abtragungsgebieten vorkommt, tiefer als die älteren, sondern sie befinden sich in mehr oder weniger großer Höhe über einer begrabenen Oberfläche. Während bei Verschüttungen mit Sedimentgesteinen Abtragungsvorgänge immer in Frage kommen, ist dies bei Eruptivgesteinen nicht der Fall, und der Aufbau vulkanischer Berge kann sich erdgeschichtlich schneller vollziehen. So wirken die vulkanischen Gesteine auf ältere Formen besonders gut erhaltend und gestatten eine deutliche Festlegung von Verwitterungsvorgängen, die zur Zeit des Ausbruches herrschten. Bei Sedimentgesteinen ist außerdem das Alter einer Verwitterung sehr viel schwieriger zu übersehen. Zersetzungsrinden können oft lange vor der Abtragung geschützt bleiben und werden erst viel später zu Trümmergesteinen verarbeitet. Sie geben dann den aus ihnen entstandenen Sedimenten zwar besondere Eigenheit, beweisen aber nichts über die Verwitterung zur Zeit des Absatzes. Das helle Tertiär am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges zeigt von Oligocän bis Pliocän eine gleichmäßige Ausbildung als Zerstörungsprodukt einer hellen Verwitterungsrinde, die selbst aber präoligocänes Alter besitzt[1].

Der jungvulkanische Vogelsberg ist ein Gebiet, das für die angedeuteten Fragen viel Material darbietet, wie schon früher belegt werden konnte[2]. Naturgemäß sind seine randlichen Teile zur Klarlegung morphologisch-verwitterungskundlicher Vorgänge be-

[1] Ob hier wirklich Kaolinisierung stattgefunden hat, erscheint sehr unsicher. Aus zwei noch nicht veröffentlichten, auf meine Veranlassung bei Herrn Meigen ausgeführten Dissertationen von Goerg und Oschmann geht jedenfalls hervor, daß die Bleichungen vorläufig nicht so bezeichnet werden dürfen und vielleicht auf verschiedene Vorgänge zurückgehen, wie von mir schon länger vermutet. Erst weitere Untersuchungen können eine Entscheidung dieser sehr schwierigen Fragen herbeibringen.

[2] Berichte des Niederrhein. Geol. Ver. 1913. 1. Heft. p. 52/53 u. Taf. 12 Fig. 25 u. 27 weisen hier ein grobes Versehen auf, da die tertiäre Abtragungsfläche als präbasaltisch bezeichnet worden ist, während sie, wie aus dem Profil deutlich hervorgeht, postbasaltisch sind. Maull ist dies bei seiner neueren Darstellung des „Landschaftsbildes rings um Marburg" vollständig entgangen. Vgl. außerdem Geol. Rundschau. 7. p. 217 u. f., bes. p. 221.

sonders geeignet, da an ihnen der Untergrund heraustritt. Nachdem ich mich schon früher mehrmals zu den Problemen geäußert und auf mehreren wissenschaftlichen Versammlungen der letzten Zeit neuere Ergebnisse im Gelände gezeigt habe, scheint es mir wünschenswert, die Hauptgedanken einmal in knappen Zügen zusammenzustellen. Ich gehe bei meinen Betrachtungen von den Verhältnissen bei Gießen aus. Das Gesamtergebnis gilt aber für einen großen Teil des Randes des Rheinischen Schiefergebirges überhaupt, vom südlichen Taunusrand bis ungefähr zur Eder. Ausgedehnte Begehungen liegen zugrunde, doch komme ich in absehbarer Zeit noch nicht dazu, sie zusammenzufassen.

Beschreibung des Landschaftsbildes bei Gießen.

Nahe Gießen, auf den Halden am Rande des alten Tagebaues des bekannten Eisenmanganerzbergwerkes der Lindener Mark läßt sich ein umfassender Rundblick gewinnen, der für uns der Ausgangspunkt sein soll[1]. Die Aussicht ist morphologisch sehr gut, obgleich wir uns nur 200 m hoch befinden. Da wir im Mittelpunkt des flachen Gießener Beckens stehen, wo die Täler von mehreren Seiten hineinstrahlen, können wir die ungefähr 300 m hohen Randhöhen gut übersehen, während sonst nur diejenigen Aussichtspunkte morphologisch Wertvolles liefern, die gleiche Höhen wie der Hauptteil des zu betrachtenden Geländes aufweisen. Fast den ganzen Horizont haben wir vor uns, nur im Südosten werden wir durch den Wald gestört. Wir zählen zunächst die wichtigsten Punkte im Sinne des Uhrzeigers auf (vgl. Roth's Spezialkarte von Hessen-Nassau, Vogelsberg, Westerwald usw. 1 : 200 000, Verlag von E. Roth, Gießen, oder die Blätter Marburg und Frankfurt der Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1 : 200 000).

Eindrucksvoll erhebt sich im Nordwesten die mächtige runde Kieselschieferkuppe des 500 m hohen Dünsberges, die von zahlreichen Punkten auch der weiteren Umgebung (selbst noch von der Sackpfeife) immer wieder beobachtet werden kann. Rechts von ihr liegen die kleinen Basaltkuppen des Vetzberges und Gleiberges, beide burgengekrönt, 309 bezw. 308 m hoch. Vor der sich nach rechts anschließenden waldbedeckten ebenen Fläche des Krofdorfer Forstes (rund 300 m hoch) liegt die längliche waldige Kuppe des Wettenberges (267 m) bekannt durch ihre basaltische Ausbruchslinie[2].

[1] Die Stelle ist dadurch wichtig, daß sie nahe an der Stadt liegt und sich zum guten Überblick für denjenigen empfiehlt, der etwa nur kurze Zeit zur Verfügung hat. Man frage nach der „Schönen Aussicht" nahe der Ohrenklinik und sieht hier die Halden bald vor sich.

[2] Ein in der neueren Literatur von ihr mehrfach wiederholtes Übersichtskärtchen (vgl. Emanuel Kayser. Allgem. Geologie. 6. Aufl. 2. p. 127. —

Der Krofdorfer Forst wird durch das Lahntal begrenzt, aber noch vor seinem Einschnitt erheben sich zwei weitere vulkanische Kuppen, der Lützelberg (276 m) und die Alteburg (298 m). Westlich des Lahntales fällt die plumpe Kuppe des Lollarer Kopfes (280 m) auf und nun schließt sich in den Basaltdecken des Vogelsberges das Gelände zu ruhigeren Formen ohne bemerkenswerte Erhebungen zusammen. Weiter im Osten am Steilrande der Basaltdecken des Vogelsberges ragte früher der jetzt abgebrochene Aussichtsturm des Hohe Wart-Berges (255 m) über die Baumwipfel empor, südlich davon liegt der Schiffenberg (280 m), kenntlich an den Gebäuden der alten Deutschordenskommende. Blicken wir nun hinüber über die z. T. verlassenen Tagebaue des Bergwerkes mit ihrer tertiären Karst-Landschaft, so sehen wir auf die fleckenweise bewaldete basaltische Höhe des Obersteinberges (286 m). Im Übergang vom Vogelsberg zum Rheinischen Schiefergebirge verfolgen wir die flachwelligen Höhen über die waldige Lahn-Main-Wasserscheide[1] weiter bis zu dem nur schwach kenntlichen Taunusrande bei Butzbach mit dem Heidelbeerberg (387 m) und dem Hausberg (486 m).

Dann fällt innerhalb der gleichmäßigen Formen des Rheinischen Schiefergebirges erst wieder der vulkanische Stoppelberg (402 m) bei Wetzlar in das Auge. Der dann folgende Einschnitt der Lahn ermöglicht uns bei klarem Wetter noch einen Blick bis zu den Kämmen des Vorderen Westerwaldes. Jenseits des Tales finden wir den sich nur undeutlich heraushebenden vulkanischen Durchbruch des Himberges (353 m). Hinter dem Einschnitt des Biebertales erhebt sich die Rheinische Masse zu den großen und unruhigen bis zu 441 m hohen Höhen bei Hohensolms und Königsberg, vor die sich schließlich der Dünsberg legt.

Schottler, Der Vogelsberg, sein Untergrund und Oberbau. 1920. p. 124. — Wenz, Geolog. Exkursionsführer durch das Mainzer Becken. 1921. p. 128) entspricht nicht den Tatsachen. Die einzelnen Eruptionspunkte sind nicht perlschnurartig aufgereiht, sondern zeigen zum großen Teil auffällige Abweichungen von der Hauptrichtung und weisen deutlich darauf hin, daß oberflächlich eine gemeinsame Spalte nicht vorhanden ist. Ihre Zahl ist auch sehr viel größer als früher dargestellt. Einige waren bisher noch unbekannt geblieben, andere getrennte waren zusammengezogen worden. Es können so im ganzen 13 isolierte Punkte, aber nicht 7 unterschieden werden. Ich hoffe auf die bei der Versammlung des Niederrhein. geol. Vereins und der Geol. Vereinigung zu Gießen am 28. März 1920 erläuterten Verhältnisse in einiger Zeit zurückkommen zu können.

[1] Entgegen Levy (Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 23. 38) habe ich schon früher (Peterm. Mitteil. 1916. 62. p. 417) festgestellt, daß aus geologischen Gründen keine Veranlassung für die Annahme besteht, daß die Lahn in der Tertiärzeit über diese Höhen unmittelbar zum Main geflossen wäre.

Die morphologisch-geologische Bedeutung des Landschaftsbildes.

Wir gehen am besten von den jüngsten Formen der Täler aus, weil sie am einwandfreiesten festzustellen sind. Die breite Talaue der Lahn, geschaffen durch Hin- und Herpendeln und Aufschütten des Flußlaufes, zieht vom Lollarer Kopf entlang über Gießen nach Wetzlar. Die Aufschüttungen sind nur wenig mächtig, eine schon länger bekannte Bohrung an der Lohmühle und mehrere vom Schlachthof bis zur Hardt gestatten die Feststellung, daß schon in einer Teufe von 13 m das Paläozoicum unter den jungen Schottern erreicht wird. Die breite Aue entspricht wohl der Niederterrasse (vgl. Ahlburg, Jahrb. d. preuß. geol. L.-A. 36. Teil I. 1915. p. 352) und ist in Hochwasserzeiten oft in einen 3 km breiten und 5—6 km langen See verwandelt. Über ihr sieht man zahlreiche Reste des höchsten Lahnlaufes der Diluvialzeit als Terrassen. An der Höhengleichheit kann man erkennen, daß hierzu die ebenen Flächen der Schönen Aussicht, des Nahrungsberges, des Exerzierplatzes und der Neuen Kasernen, des Neuen Friedhofes und der Straße nach Lollar gehören. Jenseits der Lahn ist es die Fläche der Hardt, die sich in das Biebertal hinein fortsetzt. Entsprechende Flächenstücke sehen wir zu beiden Seiten des sich nach Wetzlar hin langsam verschmälernden Talgrabens der Lahn in dem Plateau über dem Dorfe Klein-Linden. Unser eigener Standpunkt ist nur wenig über diese Terrassen erhöht.

So haben wir also im engen Anschluß an die Täler zwei wichtige flächenhafte Einebnungen vor uns: den jetzigen flachen Talboden der Lahn (rund 160 m hoch), der vielleicht schon jungdiluviales Alter besitzt, und die diluviale Hauptterrasse (rund 200 m hoch).

Über ältere Einebnungen und alte Landoberflächen unterrichten wir uns, indem wir uns den Gebirgen zuwenden. Mit zwei geologisch ganz verschiedenen Gebieten haben wir es zu tun: Mit dem Rheinischen Schiefergebirge, dem Hauptteil der Rheinischen Masse, aus paläozoischen Gesteinen bestehend — bei Gießen hauptsächlich Grauwacke, Tonschiefer, Kalk des Silur, Devon, Carbon und im Paläozoicum (einschließlich der obercarbonischen Gießener Grauwacken) stark gefaltet — und dem Vogelsberg aus Lavadecken von Basalt bestehend, die auf den hellen Tonen, Sanden, Schottern des Obermiocäns auflagern, welche überall in der Umgebung von Gießen zutage treten. Durch den Meridian von Gießen werden die beiden geologischen Einheiten ungefähr getrennt. Im Gelände prägt sich dies aber nicht aus. Die Formen der Landschaft sind unabhängig vom geologischen Bau verteilt. Der größte Teil unseres Gesichtsfeldes wird von

lang dahinziehenden, höchstens flachwelligen Linien eingenommen. Ruhige Umrisse herrschen vom Dünsberg an im Gebiet des Krofdorfer Forstes und im Vogelsberg über die Lahn-Main-Wasserscheide hinweg bis an den Stoppelberg der Rheinischen Masse. Nur zwischen den zwei markanten Gestalten des Stoppelberges und des Dünsberges herrscht große Unruhe, besonders bei Hohensolms und Königsberg. Ruhigere Formen finden sich also im Bereich des vulkanischen Vogelsberges und des vorderen Taunus, bezw. Krofdorfer Forstes, obgleich die beiden letzten der anders gebauten Rheinischen Masse angehören. Eine recht einheitliche, nur durch die jüngeren Täler unterbrochene Einebnung zieht über sie hinweg. Auch weiter im Norden im Hessischen Bergland gelten die gleichen Verhältnisse, nur gibt die Zertalung die Möglichkeit zur Ausbildung „Sargform", wie sie dem Buntsandstein eigentümlich ist. Schematisch können wir das Gesamtverhalten so ausdrücken:

Einheitliche Einebnung (pliocän) von rund 300 m Höhe

W	O
Krofdorfer Forst	Westlicher Vogelsberg
	Jungtertiäre Basaltdecken
Gefaltete ältere Gesteine der Rheinischen Masse	Hessisches Bergland
	Mesozoicum mit Tertiärüberdeckung

Diese Verhältnisse erklären sich auf folgende Weise: Nach Ausbruch der Basaltdecken wurde der westliche Vogelsberg — offenbar im Pliocän, wie sich vor allen Dingen weiter im Norden ergibt (vgl. Erläuterungen zu Blatt Homberg von Blanckenhorn, Lehndorfer Schichten des Pliocäns) — durch Abtragung stark eingeebnet. Von dieser Einebnung — es ist die dritte, die wir zu besprechen haben — wurden randliche Teile der Rheinischen Masse mitergriffen, so daß sie morphologisch zum Vogelsberg gehören und eine Gebirgsfußebene bilden. Der Hohe Vogelsberg erhebt sich ähnlich wie Knüll und Hohe Rhön über diese Fläche gleichfalls heraus[1].

Von der Rheinischen Masse ging damals ein Entwässerungsnetz mit schwachem Gefälle nach Osten. Der Lahnlauf, Weilburg—Wetzlar—Gießen bestand schon, wurde aber noch nach Osten entwässert, wie wir das auch an dem damals ebenso angelegten Usatal mit seinen pliocänen Schottern und der Dill verfolgen können. Die Lahn bewegte sich innerhalb der Rheinischen Masse nur noch mit geringem Gefälle zur Gebirgsfußebene. Schon 1915 beobachtete ich im Lahntal zwischen Wetzlar und Gießen sehr hohe Terrassen, in der Höhe von 280—320 m, die ihrer Lage nach als pliocän

[1] Vgl. die Mitteilung: Die Höhenlage der Rhön. Peterm. Mitt., im Druck.

anzusprechen sind. Ähnliche Terrassen, die sich an die Gebirgsfußebene anschließen, finden sich auch nördlich Gießen im Salzbödetal in die Rheinische Masse eingreifend. Auch weiter im Norden konnte ich entsprechende Beobachtungen machen (vgl. die Erläuterungen zu Blatt Marburg der geol. Spezialkarte von Preußen). Im Gebiet der Abtragungsfläche des westlichen Vogelsberges waren die Flüsse nur schwach eingetieft. Erst durch spätere Erosion war es ihnen möglich, ihren Talgraben zu vertiefen und allmählich in die heutige Form überzugehen. Jetzt sind sie stark in die pliocäne Fläche eingeschnitten und überall haben wir im westlichen Vogelsberg dasselbe Bild: Steile Wandungen der Täler und, wenn wir diese erstiegen haben, ein mehr oder weniger flachwelliges Gelände.

Die pliocäne Morphologie unserer Landschaft fügt sich in ihrer eintönigen Erscheinung in einen weiteren Rahmen ein. Salomon hat vor allen Dingen hervorgehoben, daß das ältere Pliocän durch weite Einebnungen gekennzeichnet ist. Für ganz Süd- und Westdeutschland konnte Levy in seiner wertvollen Zusammenstellung über die Entwicklung des Rhein- und Maassystems (Berichte der Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. **23**. p. 1—77) zeigen, daß es sich hier um Verhältnisse von ganz allgemeiner Bedeutung handelt. Der größte Teil der Flußverlegungen des Rhein- und Maasgebietes hat im Pliocän stattgefunden, weil das Land damals flach und ausgeglichen war und die Flüsse nur durch unbedeutend erhöhte Wasserscheiden getrennt wurden. Für die Entwicklung der Lahn ist es uns schon seit langem klar, daß gerade in der älteren Pliocänzeit der Umschwung stattgefunden haben muß. Während im Oligocän das Entwässerungsnetz am Ostrand der Rheinischen Masse auch nach Osten gerichtet war, zeigt schon das alte Diluvium, daß die Lahn sich aus den so verschieden getrennten Stücken in die jetzige Flußrichtung zusammengefügt hat. Die alten Wasserscheiden wurden durchbrochen und das Zusammenschweißen verschiedener Flüsse, vielleicht besonders unter dem aufstauenden Einfluß der vulkanischen Massen des Vogelsberges, bewirkt. Das Rückwärts-Einschneiden einer pliocänen Urlahn, die aus dem Limburger Becken kam, hat offenbar ein nach Osten entwässertes Stück, Weilburg—Gießen, angezapft. Morphologisch ergibt sich hier einwandfrei, daß das enge, scharf eingeschnittene, genau Nord-Süd gerichtete Stück des Lahnlaufes von Kirchhofen, südlich Weilburg bis Aumenau, jugendlichen Datums ist. Hier liegt offenbar die alte Wasserscheide vor, die das damalige Gebiet von Rhein und Weser geschieden hat. Vermutlich besaß diese Wasserscheide selbst noch kein so hohes Alter und wurde, wie ich in einem anderen Zusammenhange später wahrscheinlich machen werde, erst nach Ausbruch der Basalte des Westerwaldes und Vogelsberges flach aufgewölbt. Wir kennen aus diesen Zeiten verschiedene Landschaftsverbiegungen in gesetzmäßiger Richtung, zu denen vermutlich auch diese zu rechnen ist.

Nicht alle Flußrinnen und Vertiefungen der drei Einebnungsflächen wurden in die folgende Zeit mitübernommen. Im Kampf der einzelnen Wasserläufe, der sich im Anschluß an die Ausbildung des jetzigen Lahnlaufes entwickelte, wurden manche Teile abgeschnitten, verödeten und blieben schutterfüllt liegen. So sehen wir die bezeichnenden Verwitterungsbildungen des warmen pliocänen Klimas in der Form von Roterde und Bauxit auf der Landoberfläche liegen. Vielfach sind sie als Gerölle vorhanden und bezeichnen uns die alten Abflußrichtungen. Auch für die Basalteisensteine des Vogelsberges machte ich neuerdings (Monatsberichte der Deutschen geolog. Gesellschaft, 1921, im Druck) geltend, daß sie wohl im Grunde früherer Täler entstanden sind.

Die randliche Gebirgsfußebene der Rheinischen Masse, die uns, wie das obige Schema ja deutlich zeigt, bei verschiedenem Untergrunde gleiche Form lieferte, bedeutet in der Geschichte des Gebirges nur eine Episode, die sich in ähnlicher Weise mehrmals wiederholte. Neuere Bewegungen, sei es in der Masse, sei es im Vorlande, bewirkten aber, daß sich diese immer wieder heraushob und geltend machte.

Vor der dritten besprochenen pliocänen Einebnung bildete sich eine alttertiäre präoligocäne Abtragungsfläche aus, die sich weit über die Rheinische Masse erstreckte. Vermutlich waren damals nur der eigentliche Taunuskamm und wenig andere Punkte als herausragende Höhen vorhanden. Der Dünsberg war noch nicht herauspräpariert. Der jetzige Gipfel lag nicht allzu tief unter der damaligen Landoberfläche, da seine gebleichten Kieselschiefer auf die bekannte helle Verwitterung alttertiärer Zeiten hindeuten. Auch der vulkanische Vogelsberg bestand noch nicht. Ein flaches, von mäandernden Flüssen durchzogenes Gebiet hatten wir vor uns, das sich unmerklich auch über die Rheinische Masse ausdehnte. Rheinische Masse und Vogelsberg-Gebiet waren morphologisch einheitlich. In der Oligocänzeit wurde das Vogelsberggelände aber als Hessische Senke (Rheinische Tiefe) abwärts gebogen. Zunächst trat das Meer kurze Zeit hinein (Mittel-Oligocän) und verschwand wieder. Die Rheinische Masse wurde von der Abtragung stark angegriffen, und die hellen Verwitterungsrinden allmählich heruntergeschafft. Die oben besprochenen hellen Gesteine des Tertiärs entstanden dadurch in der Senke und die alte Einebnung, die auf der Höhe des Gebirges lag, wurde allmählich zerstört. Da sie sich über verschieden angreifbare Gesteine ausdehnte und diese ganz unterschiedlich beansprucht wurden, entstand die unruhig wechselnde Landschaft, in der die widerstandsfähigen Massen als Berge herausragen: Der Dünsberg, aus Kieselschiefer bestehend, und die kleinkuppigen, aus verschiedenen paläozoischen Gesteinen aufgebaute Landschaft südlich und westlich desselben (Hohensolms und Königsberg, Vorderer Westerwald).

Die alttertiäre Landschaft ist also flächenhaft in der Rheinischen Masse nicht mehr zu sehen, nur in Resten der Verwitterungsrinde kann man sie an manchen Stellen gelegentlich noch finden, und es ist z. T. zweifelhaft, wie oben angedeutet (vgl. Anmerkung), ob es sich nicht manchmal um mehrere Verwitterungserscheinungen handelt. Unmittelbar bei Gießen findet sie sich in dem Bahneinschnitt am Neuen Friedhof in einem kleinen Vorkommen (auf Blatt Gießen der geol. Spezialkarte von Hessen nicht dargestellt) und konnte neuerdings von mir in einer Bohrung bei der Brauerei Denninghoff unter Cyrenenmergel (?) in 40 m Teufe nachgewiesen werden. Vollständig erhalten muß sie aber unter dem vulkanischen Vogelsberg liegen. Die Hessische Senke entstand durch Abbiegen der alttertiären Einebnung und wurde durch die Abtragungsprodukte der Rheinischen Masse, die hellen Sande, Tone, Schotter und später die Basaltdecken verhüllt.

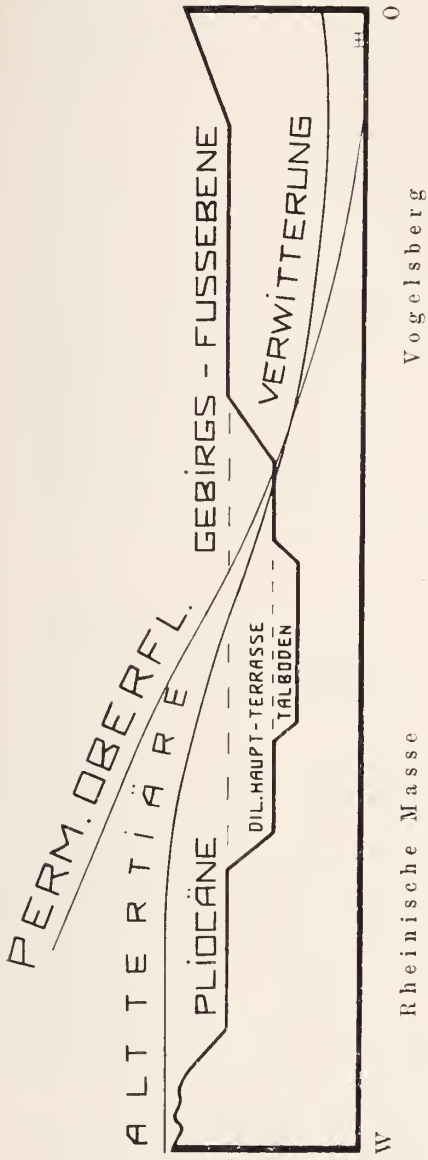
Wenn wir die besprochenen 4 Einebnungen zusammenhängend darstellen wollen (vgl. Figur), so erhalten wir für die drei jüngeren das einfache Bild einer allmählichen Tieferlegung; im Querprofil erscheinen sie ineinander eingeschachtet. Anders geht es mit der ältesten. Die alte Tertiärlandschaft liegt im Osten unter den anderen, im Westen jedoch über ihnen. Für die jüngeren wird das Bild freilich komplizierter, wenn wir sie im Längsprofil betrachten. Verbiegungen haben da Unregelmäßigkeiten geschaffen, wie sie schon von Ahlburg (vgl. Jahrb. d. preuß. geol. L.-A. **36**. T. I. 1915. p. 338) dargestellt werden konnten.

Noch nicht übersehbare Komplikationen ergeben sich daraus, daß entweder örtlich starke jüngere Störungen eingetreten oder starke Auffüllungen pliocäner Täler, ähnlich wie bei Fulda, vorhanden sind. Bei Gießen liegt ein verschwemmtes Bauxitvorkommen mit nicht weniger als 25 m Mächtigkeit, das in der Hauptterrasse einsetzt und noch etwas unter das Alluvium hinunterreicht. Eine Entscheidung darüber ist aber noch nicht zu geben.

Die pliocäne Gebirgsfußebene des westlichen Vogelsberges ist als Abtragungsfläche bezeichnet worden. Daß dies der Fall ist, erkennen wir daran, daß die Fläche durch die Basaltdecken hindurchschneidet, und daß in der Rheinischen Masse Abtragungsreste von Basaltdurchbrüchen aus ihr herausragen. Eine Reihe Basaltkuppen, die alle den Durchbruchsschlot durch die Abtragung freigelegt zeigen, sind in unserem Gesichtsfelde vorhanden. Sie finden sich auch weiter nach Norden in dem Buntsandsteingebiet des Hessischen Berglandes. Im Landschaftsbild bei Gießen haben sie einen besonderen Reiz, wenn die herrschende Horizontale so durch die Vertikale unterbrochen wird.

Vom Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges ist öfters eine weit frühere Landoberfläche, die permische, genannt worden. Ihre Rolle wurde freilich früher übertrieben. Südlich Gießen ist

von ihr überhaupt nichts nachweisbar. Anders wird es im Norden unter dem terrestren Zechstein (vgl. Jahrb. d. preuß. geol. L.-A. 1910. **31.** Teil I. p. 404 u. 415). Hier ist die permische Landoberfläche wieder freigelegt worden und macht sich gelegentlich



Schematisches Profil vom Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges.

Motiv nördlich Gießen, Höhen im richtigen Verhältnis; Längen im Osten stark verkürzt.

Einzeichnung von Verwerfungen ist aus naheliegenden Gründen unterblieben. Der Anstieg zum Hohen Vogelsberg ist im Osten angedeutet und findet sich im Knüllgebirge in gleicher Weise wieder. Die Aufbiegung der alttertiären Verwitterung im Osten weist auf das Ansteigen der tertiären Basissedimente des östlichen Vogelsberges hin. Die größten Höhen erreichen diese in der Hohen Rhön, einer schon permisch angelegten, später posthum aufgestiegenen Hebungsachse.

bemerkbar. Deutlich können wir aber verfolgen, daß sie hier ebensowenig, wie etwa im Spessart und Odenwald, auf der Höhe der alten Massen herrschend ist. Sie fällt steiler als die jüngeren Flächen nach Osten ein und wird von diesen abgeschnitten. Ihr Alter ist jungpermisch. Sie greift über Täler hinweg, die schon mit permischem Schutt erfüllt sind und ähnelt damit den Verhältnissen im Schwarzwald, so daß der Verdacht gerechtfertigt erscheint, daß es sich auch an der Rheinischen Masse um Rotliegendes handelt.

Zusammenfassung.

Vier wichtige jüngere Einebnungen lassen sich bei Gießen beobachten und haben z. T. Bedeutung für den ganzen Ostrand der Rheinischen Masse. Eine junge Talebene liegt bei 160 m und über ihr die diluviale Hauptterrasse bei 200 m. Eine pliocäne Gebirgsfußebene schneidet über den westlichen Teil des vulkanischen Vogelsberges wie des Hessischen Berglandes und über randliche Teile der paläozoischen Rheinischen Masse hinweg. Als Talterrasse kann sie in die Rheinische Masse noch hineinverfolgt werden. Verbogen und nur unter dem Vogelsberg vollständig vorhanden ist die alttertiäre Einebnung und Bleichung. Von älteren Landoberflächen ist nur nördlich Gießens die permische bekannt, die aber keine allgemeine Bedeutung für die heutigen Formen besitzt.

Die nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg.

Von **Max Richter.**

Mit 1 Karte.

Der schwerstwiegende Einwand, der gegen die Deckentheorie besonders von den ostalpinen Geologen erhoben wird, ist der, daß die ostalpine Decke mit ihrem Vorland verknüpft sei (Inntal; Reit i. W.; Reichenhall—Salzburg—Hallturm; Gosau; unteres Ennstal). Die ostalpine Schubmasse ist mit der helvetischen Zone durch fazielle Übergänge in der oberen Kreide verbunden (Gosau-Kreideflysch), und daraus wurde geschlossen, daß das Ostalpine nicht als Schubdecke bei den tertiären Deckenbewegungen aus weiter Ferne herangeschoben auf dem Helvetischen liegen könne. Beide Zonen lagen zweifellos in der oberen Kreide unmittelbar nebeneinander, unter Ausschaltung penninischer und unterostalpiner (lepontinischer im alten Sinne!) Regionen. Diese wurden deshalb von den Gegnern der Deckentheorie ebenfalls abgelehnt.

Aus diesen Gründen griffen Anhänger der Deckenlehre zu dem gewagten Mittel, den Deckenschub der ostalpinen Masse als bereits

vorgosauisch zu bezeichnen. So läßt sich dann scheinbar erstens die Verknüpfung von ostalpin und helvetisch erklären und zweitens auch die Ausschaltung der „lepontinischen" Zone. Doch wurde von den meisten Anhängern der Deckenlehre diese etwas gewaltsame Nebenhypothese, die sehr viele Tatsachen gegen sich hat, abgelehnt.

(Zweifellos gibt es große prägosauische Störungen im Oberostalpinen, doch klingen diese alle nach Norden aus; am stärksten sind sie im „Juvavischen" und „Tirolischen", am schwächsten im „Tiefbajuvarischen". Die prägosauischen Bewegungen finden also am Nordrand der oberostalpinen Geosynklinale ihr Ende.)

Die Verknüpfung der oberostalpinen Schubmasse mit ihrem Vorland blieb so bis heute von der Deckenlehre fast ganz unberücksichtigt und der schwere Einwand besteht bis heute fort.

Es soll daher Aufgabe der folgenden Zeilen sein, diesen Einwand endlich einmal kritisch zu beleuchten. Das kann aber nur durch eine Besprechung der südbayrischen Flyschzone erfolgen.

Der Flysch war ja von jeher das Schmerzenskind der alpinen Geologen. Die meisten früheren Gliederungsversuche sind als gescheitert zu betrachten, von einer Darstellung der Flyschtektonik ganz zu schweigen. Es rührt das z. T. auch her von dem Mangel an speziellen Flyscharbeiten.

F. F. Hahn war der erste, der sich eingehender mit dem südbayrischen Flysch beschäftigte; leider kam er nicht mehr dazu, seine größeren Spezialarbeiten abzuschließen und zu veröffentlichen, und so verdanken wir ihm nur zwei kleinere spezielle Flyscharbeiten[1], die aber immerhin eine Fülle von interessanten und wichtigen Mitteilungen über die südbayrische Flyschzone enthalten.

Dann ist kürzlich eine Arbeit über den Flysch bei Tegernsee von K. Boden[2] erschienen, die ebenfalls neue Beobachtungen brachte.

In jüngster Zeit endlich ist meine Arbeit über den Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu erschienen[3], in der ich versucht habe, eine Gliederung und Tektonik des Allgäuer Flysches sowie eine Synthese der helvetischen Zone im Vorarlberg und Allgäu zu geben.

Auf Grund dieser und anderer Arbeiten, auf die ich noch zu sprechen komme, erscheint es gerechtfertigt, eine Zusammenstellung der Beobachtungen und bis jetzt bekannten Tatsachen zu geben, um so zu einer neuen Darstellung des südbayrischen Flysches zu kommen.

[1] F. F. Hahn, Einige Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **64**. 1912. p. 528; — Weitere Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Ebenda. **66**. 1914. p. 46.

[2] K. Boden, Geologische Beobachtungen am Nordrande des Tegernseer Flysches. Geognost. Jahresh. 1920. XXXIII. Jahrg.

[3] M. Richter, Der Flysch in der Umgebung von Oberstdorf im Allgäu. Jahrb. d. geolog. Staatsanstalt in Wien. 1922.

Bei unsern Betrachtungen gehen wir am besten von Westen, von Vorarlberg und dem Allgäu aus.

Vom Rhein her streichen bekanntlich zwei Flyschzonen herüber, eine nördliche und eine südliche, die helvetische Kreide zwischen sich lassend. Beide vereinigen sich scheinbar an der Iller, von hier ab ist nur noch eine Flyschzone vorhanden, die weiter nach NO bezw. O streicht und (ebenfalls nur scheinbar) in die südbayrische Flyschzone übergeht.

Betrachten wir zuerst die südliche Flyschzone. Sie stellt zwischen der Bregenzer Ach im SW und Hindelang im NO eine nach NW überkippte Mulde dar, die folgenden Schichtbestand aufweist:

Sandsteinzone (Oberzollbrücker Sandsteine) Quarzitzone	Unteroligocän — oberstes Eocän
Kalkzone	Mittl. u. oberes Eocän
Wildflysch	Obersenon.

Die Mulde zeigt insofern eine Anpassung im Streichen an den Verlauf des Überschiebungsrandes der ostalpinen Decken (Allgäudecke und auch Lechtaldecke!), daß sie zugleich mit der Abbiegung des ostalpinen Deckenrandes nach NNO vom Stillachtal an bis Hindelang ebenfalls in die gleiche Richtung umschwenkt. Es läßt das auf einen Gebirgsdruck aus mehr südöstlicher bezw. ostsüdöstlicher Richtung schließen.

Die Mulde ist normal gebaut, fast ohne jede Störung. Die Allgäudecke ist dem südlichen Muldenflügel aufgefahren (Wildflysch + Kalkzone), stellenweise stößt sie bis in den Muldenkern vor.

Der Wildflysch, reich an exotischen Blöcken, ist eine Zone sehr unruhiger und starker Sedimentation. Er entwickelt sich allmählich aus den senonen Leistmergeln. Über ihm folgt mit scharfer Grenze (Diskontinuität) die Kalkzone, zu 60 % ein rein organogenes Sediment, aus Foraminiferen (*Pithonella* sp.) und Spongiennadeln bestehend. Mit der Quarzitzone beginnt wieder eine stärker klastische Sedimentation. Die Quarzitzone führt hauptsächlich graue und grünliche Quarzite in dicken Bänken, während die Sandsteinzone durch grobe carbonatische Sandsteine ausgezeichnet ist.

Die Flyschsedimente erreichen zusammen eine Mächtigkeit von annähernd 1000 m. Die Spezialfaltung ist weit geringer als das auf den früheren Profilen zur Darstellung gebracht ist.

Der Flysch des südlichen Flyschzuges gehört zum normalen Hangenden der Bregenzerwaldkreide, wenn er auch auf große Strecken derselben aufgeschoben ist.

Auch im Innern der Bregenzerwaldkreide findet sich an verschiedenen Stellen noch Flysch (Wildflysch) miteingefaltet. Die Kreide taucht infolge ihres Achsengefälles (10—20°) nach Osten an der Iller normal unter den (Wild-) Flysch.

An der Grenze des südlichen Flyschzuges gegen die überschobene Allgäudecke treten an verschiedenen Stellen (Warmatsgundtobel, Gaisalpe, Rettenschwangertal, Umgebung von Hindelang) Schubfetzen von fremden (unterostalpinen?) Decken auf. Die Schichtbestandteile sind Diabasporphyrite, Radiolarite, rote Kalke und rote Tonschiefer. Letztere haben nichts mit den Rotschiefern des Wildflysches zu tun. Bei diesen Vorkommen handelt es sich um Fetzen der „rhätischen Decke" (im Sinne von Steinmann) oder der „Aroser Schuppenzone" der Schweizer Geologen.

Wenden wir uns der nördlichen Flyschzone zu. Im Gegensatz zur südlichen fehlt ihr das einheitliche Gepräge, d. h. eine einheitliche Tektonik. Sie besteht aus zwei verschiedenen tektonischen Bestandteilen. Zwischen Dornbirn und der Bregenzer Ach ist sie allerdings einheitlich und zeigt den gleichen Schichtbestand wie der südliche Flyschzug. Sie gehört also wie jener zur Bregenzerwalddecke, der südlichsten helvetischen Decke im Vorarlberg und Allgäu.

Von Egg ab (östlich der Bregenzer Ach) tritt aber eine Teilung der nördlichen Flyschzone ein. Ihr südlicher Teil, aus Wildflysch bestehend (mit den Allgäuer Klippen), gehört der Bregenzerwalddecke an; ihr nördlicher Teil ist ein Bestandteil der Hüttenbergdecke, der nördlichsten helvetischen Decke des Allgäu. Der Flysch dieser Decke zeigt folgenden Schichtbestand:

Oberzollbrücker Sandsteine .	Unt. Oligocän — oberstes Eocän
Stadschiefer	Mittel—Obereocän
Assilinengrünsand	Mitteleocän.

Der nördliche Teil der nördlichen Flyschzone gehört zu einer tieferen Decke als der südliche Teil der gleichen Zone. Die Überschiebung zwischen diesen beiden Teilen läuft von Egg ab nach Osten (bei Egg verschwindet die Hüttenbergdecke gegen W unter der Bregenzerwalddecke) zum Bolgen, quert die Iller nördlich Fischen und zieht über Liebenstein und den Roßkopf weiter nach Unterjoch an der Wertach. Dort streicht sie unter die oberostalpine Allgäudecke hinunter.

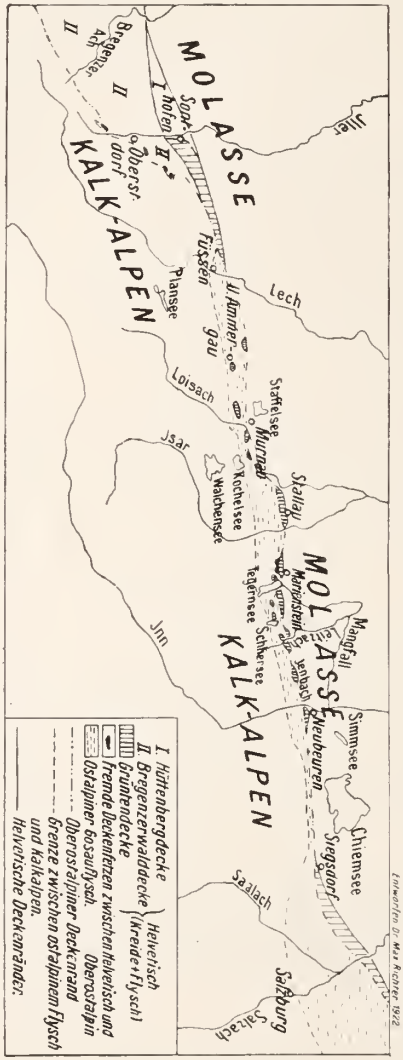
Zwischen Iller und Wertach liegt die Bregenzerwalddecke nicht mehr der Hüttenbergdecke, sondern der Grüntendecke auf, die sich östlich der Iller zwischen beide schiebt und die mittlere der drei helvetischen Decken des Allgäu darstellen dürfte. Der Flysch dieser Decke weist folgende Schichten auf:

Oberzollbrücker Sandsteine .	Unt. Oligocän — oberstes Eocän
Fleckenmergel (Stadschiefer)	Mittel—Obereocän
Nummulitenkalk	Mitteleocän.

Westlich der Iller ist die Grüntendecke nicht mehr vorhanden [1].

[1] bezw. bis jetzt hier noch unbekannt.

Der Rand der ihr aufliegenden Bregenzerwalddecke wird durch mehrere Schubschollen bezeichnet, die an der Basis der Bregenzerwalddecke mitgeschleppt wurden (Liebenstein, nördl. Gailenberg, Roßkopf). Es handelt sich um Seewenkalk u. Leistmergel.



Übersichtskarte des nordalpinen Flysches zwischen Vorarlberg und Salzburg. Maßstab 1 : 1 750 000.

Die beiden Vorarlberger Flyschzonen vereinigen sich also nicht vollständig an der Iller miteinander, wie man bisher immer annahm, sondern es vereinigt sich die südliche Flyschzone nur mit dem südlichen Teil der nördlichen Flyschzone. Beide streichen nach ihrer Vereinigung als eine einzige nach NW überkippte, normal gebaute Flyschmulde nach NO; von der so mächtigen Bregenzerwalddecke verbleibt nach dem Untertauchen der Kreide unter den Flysch nur noch diese Flyschmulde übrig, die die Fortsetzung des südlichen Flyschzuges bildet. Zwischen Hindelang und der Wertach verschwindet Schicht für Schicht dieser Mulde unter der oberostalpinen Allgäudecke, an der Wertach endlich ist die ganze Bregenzerwalddecke unter dem Ostalpinen verschwunden (daher findet sich östlich der Wertach kein Wildflysch mehr).

Ebenso ist auch die Hüttenbergdecke an der Iller und nördlich vom Grünten unter die Grüntendecke untergetaucht.

Diese setzt also als einzige der drei helvetischen Decken, die wir östlich des Rheins finden, nach Osten fort. Es dürften daher sämtliche Vorkommen von helvetischer Kreide zwischen dem Lech und Salzburg der Grüntendecke angehören.

Zusammenfassend läßt sich also über den Allgäu-Vorarlberger Flysch sagen: Er stellt eine Schichtfolge dar, die von der obersten Kreide (Wildflysch) bis ins unterste Oligocän reichen dürfte. Die Faltung der helvetischen Zone ist also erst nach Ablagerung der Oberzollbrücker Sandsteine erfolgt. Der Wildflysch ist auf die südlichste Decke (Bregenzerwalddecke) beschränkt.

Wir kommen nun zum südbayrischen Flysch. Dieser zeigt eine Dreigliederung in Konglomerate, Sandsteine und Zementmergel (Kieselkalke). Es erhebt sich zunächst die Frage: Entspricht der südbayrische Flysch dem Allgäu-Vorarlberger Flysch oder sind keine gegenseitigen Beziehungen vorhanden?

Zur näheren Beleuchtung dieser so außerordentlich wichtigen Frage müssen wir etwas weiter ausholen.

Es ist eine alte Streitfrage, ob im südbayrischen Flysch die Sandsteine oder die Zementmergel der ältere Horizont sind. Fink[1], Dacqué[2] und Boden[3] sehen in der Zementmergelgruppe den älteren Horizont des südbayrischen Flysches, während Hahn[4] die Sandsteine für älter hält. Aus verschiedenen Gründen schließe ich mich der Ansicht von Hahn an.

Erstlich folgen über den Konglomeraten, die unzweifelhaft als die älteste Flyschbildung anzusprechen sind, zuerst Sandsteine (wie ich selbst bei Tegernsee beobachten konnte), dann erst die Zementmergel. Zweitens, wenn man die Verteilung der einzelnen Zonen betrachtet, kommt man unwillkürlich zu der Ansicht, daß die Sandsteine in Sätteln, die Zementmergel in Mulden auftreten. (So verbreitern sich die Sandsteine jedesmal nach den größeren Tälern zu, während die Zementmergel sich verschmälern bezw. verschwinden, was für eine Muldenlage der letzteren spricht; z. B. an der Loisach und beim Tegernsee.) Die gleiche Ansicht erhält man auch bei der Betrachtung der Schichtfallzeichen, so bei der Betrachtung der Karte von Boden[5]. Die Schichten der Sandsteine fallen regelmäßig unter die Zementmergel ein. Außerdem sprechen noch verschiedene andere Gründe, auf die ich später eingehen will, für das höhere Alter der Sandsteine.

Bekannt sind die Funde von Inoceramen (und Ammoniten) aus dem südbayrischen Flysch, die sich meist in den Zementmergeln gefunden haben (nach Hahn auch in den Sandsteinen!) Sind die

[1] W. Fink, Der Flysch des Tegernseer Gebietes mit besonderer Berücksichtigung des Erdölvorkommens. Geognost. Jahresh. 1903.

[2] E. Dacqué, Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee. Mit einem Beitrag von Dr. Imkeller. Landesk. Forsch. München 1912.

[3] Geol. Beobachtungen am Nordrand des Tegernseer Flysches, l. c. p. 18.

[4] Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns.

[5] Geol. Beobachtungen am Nordrand des Tegernseer Flysches.

Zementmergel also jünger wie die Sandsteine, so ist der ganze südbayrische Flysch in die obere Kreide zu stellen.

Das steht aber in schärfstem Gegensatz zu dem Allgäu-Vorarlberger Flysch. Der südbayrische Flysch ist ausschließlich Kreide, der Allgäu-Vorarlberger Flysch fast ausschließlich (abgesehen vom Wildflysch) Tertiär. Es stehen sich also diese beiden Flyschgebiete schroff gegenüber.

Vergleichen wir die beiderseitigen Schichtbestände miteinander.

Der helvetische Wildflysch ist im südbayrischen Flysch ganz unbekannt; die Konglomerate des letzteren haben mit Wildflysch nichts zu tun. Dieser reicht nach Osten nur etwa bis zur Wertach (infolge Verschwindens der Bregenzerwalddecke unter dem Oberostalpin). Das einzige Kreideschichtglied des Allgäu-Vorarlberger Flysches scheidet also beim Vergleich von vornherein aus.

Die Sandsteine des südbayrischen Flysches könnten vielleicht mit den Oberzollbrücker Sandsteinen verglichen werden. Diese sind aber obereocän bis unteroligocän, während jene der Kreide angehören.

Das gleiche gilt für die Zementmergel des südbayrischen Flysches. Da sie ebenfalls Kreidealter besitzen, können sie weder mit der mittel- bis obereocänen Kalkzone noch mit den Stadschiefern gleichen Alters im Vorarlberg-Allgäuer Flysch verglichen werden.

Man könnte nun weiter daran denken, daß die helvetische Kreide mit ihren einzelnen Stufen, besonders die obere Kreide, nach Osten in einen Flysch übergehe, eben in den südbayrischen Kreideflysch.

Von einem solchen Übergang ist aber erstens im östlichen Allgäu nirgends auch nur eine Spur zu sehen und zweitens findet sich ja helvetische Kreide an verschiedenen Stellen am Nordrand des südbayrischen Flysches. Die helvetische Kreide behält also ihren Charakter auch nach Osten hin weiter bei und geht nicht in den südbayrischen Flysch über. Wenn dies aber der Fall wäre, wo sind dann die Äquivalente des Allgäu-Vorarlberger Flysches in Südbayern?

Daher ist es ausgeschlossen, daß der südbayrische Flysch zu der helvetischen Zone gehört. Er ist ein anderes Element, das ich, um es gleich an die Spitze der kommenden Ausführungen zu stellen, als ostalpin betrachten muß.

Folgende Umstände sprechen für diese Ansicht: An der Grenze gegen die kalkalpine Zone führt der südbayrische Flysch eigenartige Konglomerate, die bis jetzt nur von dieser Grenze bekannt sind. Die Komponenten dieses Konglomerates sind teils typisch (ober)ostalpin, teils exotisch.

An ostalpinen Bestandteilen finden sich: Wettersteinkalk, Rauchwacken, gelb verwitterte Dolomite, Rhätkalke, Liaskalke, Fleckenmergel, rote und graue Hornsteine des Malm, Cenoman.

Von exotischen Bestandteilen treten folgende besonders häufig auf: Weißer Quarz, Quarzite, (Granit), rote und grüne Porphyre, Porphyrite, grüne Hornsteine.

Während die exotischen Komponenten stets wohlgerundet sind, also einen weiten Transport hinter sich haben, sind die ostalpinen Bestandteile von eckig-unregelmäßiger Gestalt und höchsteus schwach kantengerundet. Sie haben keinen weiten Transport mitgemacht.

Die exotischen Komponenten sind die gleichen, die auch in der ostalpinen Gosau auftreten.

Die ostalpinen Komponenten zeigen an, daß zur Zeit der Entstehung der Konglomerate das Ostalpine an das südbayrische Flyschmeer anstieß. Es hat überhaupt mitunter den Anschein, als transgrediere der südbayrische Flysch über die kalkalpinen Schichten; wo z. B. das Liegende der Konglomerate ostalpiner Lias ist, bestehen die meisten Komponenten aus Liasbrocken, und die zusammen mit den Konglomeraten vorkommenden Flyschsedimente sind häufig so wenig von dem ostalpinen Lias zu unterscheiden, daß man annehmen muß, es handle sich bei diesen Flyschsedimenten nur um aufgeschwemmten und wieder abgesetzten Lias.

Es zeigt sich also, daß die südlichste Zone des südbayrischen Flysches an vielen Stellen sehr eng mit der kalkalpinen Zone verknüpft erscheint; so an all den Punkten bezw. langen Strecken, wo Lias oder Malm mit dem Flysch zusammenstoßen (z. B. zwischen Schliersee und Tegernsee und besonders weiter westlich bis gegen den Kochelsee)[1].

Hier ist von einer großen Überschiebung der kalkalpinen Zone über den Flysch nichts zu sehen und man kann daraus schließen, daß der südbayrische Flysch nicht das tektonisch Liegende der kalkalpinen Zone bilden kann, sondern deren stratigraphisch Hangendes bilden muß.

Das geht aber ebenso noch aus verschiedenen andern Gründen unzweifelhaft hervor.

Wie wir im Allgäu sehen, ist die helvetische Zone frühestens im oberen Unteroligocän gefaltet. Da aber die Überschiebungsfläche der oberostalpinen Allgäudecke nicht mitgefaltet ist, die helvetische Faltung und Deckenbildung also vor der Überschiebung des Oberostalpinen stattfand, so kann diese Überschiebung frühestens zu Beginn des Mitteloligocän erfolgt sein.

Es gibt allerdings große prägosauische Überschiebungen im Ostalpinen, doch betreffen diese nur die südlichsten Teile desselben, also die tirolischen und juvavischen Zonen. Nach Norden klingt die prägosauische Bewegung aus (bajuvarisch). Die oberostalpine Decke als Ganzes wurde frühesteus im unteren Mitteloligocän der helvetischen Zone aufgeschoben. Dieser ungeheure Deckenschub ist

[1] Dann besonders wieder im Ammergebirge.

als durchaus einheitlich zu betrachten und fand nicht im Allgäu im Mitteloligocän und in Salzburg vorgosauisch statt. Damit fällt aber die Ansicht von Kober über die prägosauische Überschiebung des Oberostalpinen auf das Helvetische [1].

Zur oberen Kreide lagen also Helvetisch und Oberostalpin noch sehr weit auseinander. Das wird auch bewiesen durch die Blockführung des Wildflysches, in dem oberostalpine Blöcke völlig fehlen. Es hat also niemals in der oberen Kreide eine stratigraphische Verknüpfung von Helvetisch und Oberostalpin bestanden.

Da aber der südbayrische Flysch durch seinen Konglomerathorizont mit dem Oberostalpin verknüpft ist, so geht klar und unzweideutig daraus hervor, daß eben dieser Flysch nicht helvetisch, sondern ostalpin sein muß und das stratigraphisch Hangende der kalkalpinen Zone bildet.

Er ist also als das Äquivalent der Gosau zu betrachten, aber als ostalpines Äquivalent derselben und nicht als helvetisches, wie bisher angenommen wurde.

Zum Unterschied dieses ostalpinen Flysches gegenüber dem helvetischen Flysch dürfte daher für den südbayrischen Flysch vom Lech an östlich die Bezeichnung „ostalpiner Gosauflysch" angebracht sein.

Es ist ja längst bekannt, daß die ostalpine Gosau nach oben hin an vielen Punkten in einen Flysch übergeht, der sich in nichts von dem südbayrischen Flysch unterscheidet und daß ferner die ostalpine Gosau um so flyschähnlicher wird, je weiter wir in der kalkalpinen Zone von Süden nach Norden gehen.

Vergleicht man die beiderseitigen Schichtbestände miteinander, so findet man in der Gosau folgende Gliederung von oben nach unten (in der Umgebung von Salzburg):

Nierentaler Schichten.
Glanecker Schichten. { Letten, Sandsteine, Kalkmergel.
Gosaukonglomerat.

Als Gliederung des südbayrischen Flysches finden wir:

Nierentaler Schichten.
Zementmergel (Inoceramenflysch).
Sandsteine.
Konglomeratzone.

Gosau und Flysch gehen z. B. auch im unteren Ennstal unmittelbar ineinander über, indem der Flysch in die kalkalpine Zone in mehreren Mulden eindringt.

[1] L. Kober, Über Bau und Entstehung der Ostalpen. Mitt. d. Wiener Geolog. Ges. 1912.

Aus diesen Verknüpfungen läßt sich folgendes herleiten: Die Konglomerate und Sandsteine des südbayrischen Flysches dürften der unteren Gosau, den Gosaukonglomeraten entsprechen, während die Zementmergel den Glanecker Schichten, also der höheren Gosau, äquivalent sein dürften. Die Nierentaler Schichten sind bei beiden gleichmäßig entwickelt.

Man kann so auch umgekehrt von den Nierentaler Schichten ausgehend das Alter der einzelnen (südbayrischen) Flyschzonen zu ermitteln suchen.

Am Untersberg und im Lattengebirge liegen unter den Nierentaler Schichten die Glanecker Schichten, die den großen *Inoceramus Salisburgensis* führen. Der gleiche *Inoceramus* findet sich auch in dem Inoceramenflysch (Zementmergel) Südbayerns, der ebenfalls wie die Glanecker Schichten unmittelbar unter den Nierentaler Schichten liegt. Es dürften daher beide einander äquivalent sein.

Daraus ergibt sich aber ein höheres Alter der südbayrischen Flyschsandsteine.

Ferner gehen an der unteren Enns die Gosausandsteine nach oben in typischen Inoceramenflysch über, woraus hervorgeht, daß die Mergel jünger als die Sandsteine sind.

Aus all diesen Gründen aber muß ich annehmen, daß die Sandsteine der südbayrischen Flyschzone älter sind wie die Zementmergel und erblicke eben in diesen Tatsachen eine weitere Stütze meiner schon weiter oben ausgeführten Ansicht vom höheren Alter der Sandsteine.

Haben wir jetzt den ostalpinen Charakter des südbayrischen Flysches erkannt, so ist klar, daß eben dieser Flysch zu der kalkalpinen Zone hinzuzurechnen ist und daß die große (ober)ostalpine Überschiebung nicht da verläuft, wohin sie bisher immer verlegt wurde, sondern bedeutend weiter nördlich.

Erst am Nordrand des südbayrischen Flysches verläuft der Stirnrand der oberostalpinen Allgäudecke (tiefbajuvarisch).

Durch diese Annahme läßt sich sehr viel erklären, was bis heute dunkel und unverständlich geblieben war.

1. Der Gegensatz zwischen dem südbayrischen und dem Allgäu-Vorarlberger Flysch.
2. Die Verknüpfung der ostalpinen Schubmasse mit ihrem „Vorland".
3. Die Versteilung der oberostalpinen Überschiebungsfläche von den Vilser Alpen ab nach Osten.
4. Das nur noch sporadische Auftreten von helvetischer Kreide im oder am Nordrand des südbayrischen Flysches.
5. Das Auftreten von fremdartigen Gesteinen am Nordrand des südbayrischen Flysches.

Im folgenden seien nun diese Punkte kurz besprochen. Die Punkte 1. und 2. sind durch die bisherigen Ausführungen erledigt.

3. Im ganzen Vorarlberg und Allgäu liegt die oberostalpine Schubmasse mit flacher Schubbahn auf dem Helvetischen. Dieser Zustand hält vor bis an den Nordrand der Vilser Alpen. Dort schwenkt der bisher nach NO vordringende Schubrand plötzlich nach O zurück und biegt sich wenig westlich vom Lech sogar nach OSO ein. Zugleich damit tritt eine kräftige Versteilung der bis dahin mehr oder weniger flachen Überschiebungsfläche ein, so daß von einer deckenförmigen Überlagerung keine Rede mehr sein kann.

Hier dürfte die Stelle liegen, wo der südbayrische „ostalpine Gosauflysch" einsetzt, so daß der ostalpine Hauptüberschiebungsrand sich gar nicht zurückbiegt, sondern in der bisherigen Richtung weiterstreicht bei allmählichem Umbiegen nach Osten, um wahrscheinlich wenig östlich vom Lech die Molasse zu erreichen. Zugleich damit verschwindet das Helvetische (Flysch der Grüntendecke).

Die versteilte Überschiebungsfläche der kalkalpinen Zone gegen den „ostalpinen Gosauflysch" ist nur als relativ unbedeutende Störungslinie zu betrachten, die nicht einmal überall vorhanden zu sein braucht, nämlich da nicht, wo Gosauflysch mit Lias, Malm oder Neocom zusammenstößt. An andern Stellen dagegen, wo z. B. triadische Kalke und Dolomite an den Gosauflysch anstoßen (bezw. schon früher angestoßen sind), ist es naturgemäß infolge der großen Verschiedenheit beider Medien zur Überschiebung gekommen.

So erklärt sich, weshalb an vielen Stellen östlich vom Lech zwischen Flysch und Kalkalpen nichts von der großen ostalpinen Deckenüberschiebung zu sehen ist.

4. Die helvetische Kreide der Grüntendecke zieht als zusammenhängende Zone nur noch bis in die Gegend zwischen Pfronten und dem Lech, dann verschwindet sie. Der dieser Decke zugehörige Flysch dürfte aber noch nach Osten bis zum Lech zu verfolgen sein. Dann verschwindet die Grüntendecke unter dem „ostalpinen Gosauflysch".

Das nächste helvetische Kreidevorkommen liegt im Loisachtal im Murnauer Moos. Hahn hat darüber berichtet[1]. Es handelt sich um Aptien, Gault und Seewenschichten, die ohne Zweifel hier in einem Fenster im ostalpinen Gosauflysch zutage treten (vgl. das Übersichtskärtchen von Hahn).

Hahn gebührt das Verdienst, als erster den Eigenbau der südbayrischen Flyschzone aufgezeigt zu haben, indem er betonte, daß diese nicht in primärem Zusammenhang mit der helvetischen Zone steht, sondern dieselbe als Decke überlagert.

So stößt also vom Lech ab bis weit über Salzburg hinaus die oberostalpine Decke meist unmittelbar an die Molasse.

[1] Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. 2.

An verschiedenen Stellen aber finden sich zwischen beiden noch verquetschte helvetische Reste, so die bekannten Vorkommen von Stallau, Marienstein, Gindelalpe, Jenbach, Neubeuern, Siegsdorf und Mattsee.

In der Umgebung des Schliersees erscheint die Kreide wieder in einem Fenster. Nach Hahn finden sich weitere kleine Fenster bei der Neureut (östlich vom Tegernsee) und an der Unterammergauer „Engen Laine".

Alle Fenster erscheinen in der mittleren Sandsteinzone des Flysches, was wieder auf ein höheres Alter gegenüber den Zementmergeln schließen läßt (vgl. die Profile von Hahn).

In den Fenstern ist meist nur ältere Kreide (Eocän fehlt völlig) vorhanden oder nur sehr wenig mächtige jüngere Kreide; letztere tritt dagegen fast nur allein (samt Eocän) an der Grenze zwischen Flysch und Molasse auf. Man kann das so deuten, daß die jüngere Kreide und das Eocän von der ostalpinen Schubmasse ganz oder z. T. abgehoben und nach Norden verschleppt sind; so erklärt sich die vorwiegend ältere Kreide in den Fenstern und die jüngere Kreide samt Eocän am Nordrand des „ostalpinen Gosauflysches". Alle Beobachter sind sich darin einig, daß die am Nordrand dieses Flysches auftretenden helvetischen Fetzen außerordentlich verquetscht sind.

Das gleiche zeigt sich in dem von O. Reis untersuchten Gebiet zwischen Bergen und Teisendorf. Hier ist die Grüntendecke (obere Kreide und Flysch wie im Allgäu)[1] das erstemal in größerer Ausdehnung vor dem ostalpinen Flyschrand erhalten (bis hinüber nach Salzburg), allerdings stark gestört und geschuppt, wie das nicht anders zu erwarten ist.

5. An (bisher) zwei verschiedenen Stellen treten am Nordrand des südbayrischen Flysches Gesteine auf, die weder der helvetischen noch der Flysch- oder kalkalpinen Zone zugerechnet werden können und deren Auftreten unverständlich ist.

So tritt bei Großweil (nördl. vom Kochelsee) eine große Scholle von rotem Malmkalk (*Transversarius*-Kalk) an der Grenze zwischen ostalpinem Gosauflysch und Molasse auf. Er hat mit dem Malm der kalkalpinen Zone nichts zu tun. Wie er an die Grenze zwischen Flysch und Molasse kommt, ist völlig unverständlich, wenn der südbayrische Flysch als helvetisch betrachtet wird. Denn vom Liegenden irgend einer helvetischen Decke kann er nicht stammen. Ist der südbayrische Flysch aber ostalpin, dann liegt diese merkwürdige Scholle ganz richtig da, wo sie liegen muß, nämlich an der Basis des Oberostalpin.

[1] Die Stockletten entsprechen den Stadschiefern, die „Achtaler Sandsteine" den Oberzollbrücker Sandsteinen des Allgäus.

Der Malmkalk von Großweil ist als (unterostalpine?) Schubscholle aufzufassen, die von der oberostalpinen Decke an deren Basis mitgeschleppt wurde.

In neuster Zeit sind von Boden westlich vom Tegernsee merkwürdige Gesteine aufgefunden worden[1]. Südlich von Marienstein finden sich an der Grenze zwischen (ostalpinem) Flysch und heftig verquetschten Seewenmergeln eigenartige Breccien, die aus Quarziten, Graniten und schwarzen Tonschiefern, dann aber hauptsächlich aus roten und grauen Jurakalken, die mit Diabasporphyriten innig verknüpft sind, bestehen.

Diese Kalke in ihrer engen Vergesellschaftung mit Grünsteinen deuten auf die „rhätische Decke" (im Sinne von Steinmann!). Ihr Auftreten ist aber rätselhaft, wenn sie an der Grenze von helvetischen Seewenmergeln und helvetischem Flysch liegen, dagegen sofort verständlich, wenn der südbayrische Flysch ostalpin ist. Dann liegen sie da, wo sie liegen müssen, nämlich an der Basis des Oberostalpin. Sie sind also als (unterostalpine?) Schubschollen aufzufassen und ihr Auftreten ist darnach gar nicht sehr verwunderlich.

Die Deutung, die Boden selbst diesen Vorkommen gibt, ist mir unwahrscheinlich und entspricht nicht den Tatsachen. Ich kann mich deshalb seiner Deutung nicht anschließen.

Nördlich von Salzburg übersetzt der ostalpine Gosauflysch ungestört die Salzach und zieht in plötzlicher Verbreiterung weiter nach Osten mit der gleichen Gliederung wie in Bayern fort. Von der Salzach ab führt er den Namen Muntigler Flysch.

In einer besonderen Arbeit hoffe ich in absehbarer Zeit die gesamte nordalpine Flyschzone besprechen zu können.

Es bleibt noch übrig, einen kurzen Blick auf die Tektonik des „ostalpinen Gosauflysches" zu werfen. Nach Hahn ist dieselbe sehr einfach und bleibt über weite Strecken hin die gleiche. Wir finden zwei Muldenzüge von Zementmergeln, die durch den „axialen Sandsteinzug" (zugleich Mittelzug des südbayrischen Flysches) getrennt sind. (In diesem liegen die helvetischen Fenster.) Weiter finden sich zwei Randzüge, aus Sandsteinen bestehend, im Norden gegen die Molasse und im Süden gegen die kalkalpine Zone. Der südliche Randzug führt die Konglomerate. Beide Randzüge können infolge tektonischer Einwirkungen bis zum Verschwinden gebracht werden.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß in dem „ostalpinen Gosauflysch" einzelne Sättel anderer oberostalpiner Gesteine vorhanden sind, was ja auch der Fall sein muß, wenn dieser Flysch ostalpin ist. So wurden in den Bohrungen bei Wiessee (am Tegernsee) rote Kalke und Hornsteine heraufgebracht, die einer solchen Antiklinale von Aptychenschichten zugehören könnten. Doch ist von solchen Gesteinen weiter nichts bekannt geworden.

[1] Geolog. Beobachtungen am Nordrande des Tegernseer Flysches.

Zusammenfassung.

Der Allgäu-Vorarlberger Flysch hat nichts mit der südbayrischen Flyschzone zu tun. Ersterer gehört der Hauptsache nach ins Tertiär (abgesehen vom Wildflysch), der südbayrische Flysch dagegen in die obere Kreide.

Die helvetischen Decken von Vorarlberg und dem Allgäu verschwinden zwischen Hindelang und dem Lech nacheinander unter der kalkalpinen Zone bezw. dem südbayrischen Flysch.

Auf Grund der Faziesverhältnisse, der Tektonik und Geröllführung sowie auf Grund der Verknüpfung mit der kalkalpinen Zone ist der südbayrische Flysch als ostalpin zu bezeichnen. Er dürfte der tiefbajuvarischen Decke (Allgäudecke) angehören und entspricht der ostalpinen Gosau. Während diese eine südlichere Litoralfazies zeigt, dürfte der südbayrische Gosauflysch den nördlicheren und tieferen Teilen des Gosaumeeres angehören.

Der südbayrische Flysch bildet nicht das tektonisch Liegende, sondern das stratigraphisch Hangende der tiefbajuvarischen Decke. Der oberostalpine Überschiebungsrand liegt daher nicht im Süden, sondern im Norden der südbayrischen Flyschzone.

Die helvetische Zone erscheint deshalb nur in einzelnen Fenstern oder völlig verquetscht zwischen ostalpinem Flysch und Molasse.

Ebenso finden sich Fetzen von wahrscheinlich unterostalpinen Decken am Nordrand der ostalpinen Flyschzone. Sie schließen sich an die Schubfetzen an, die im Allgäu ebenfalls an der Basis des Oberostalpin liegen.

Da der südbayrische Flysch als ostalpin (tiefbajuvarisch) zu betrachten ist und nicht als helvetisch, so fällt die Verknüpfung des ostalpinen Deckenlandes mit dem angeblich „helvetischen" Vorland, das ja selbst ostalpin ist. Es ist nirgends eine Verknüpfung von Ostalpin mit wirklich Helvetischem zu beobachten.

Es fällt somit auch die Hypothese vom prägosauischen Deckenschub der ostalpinen Decken bezw. deren prägosauische Überschiebung auf das Helvetische unter Ausschaltung der penninischen (lepontinischen) Zonen. Der (ober)ostalpine Deckenschub, der die nördlichen Kalkalpen an ihre heutige Stelle brachte, fand nicht vor dem Mitteloligocän statt, also erst nach Faltung der helvetischen Region.

Es fällt daher nach meinen Ausführungen der schwere Einwand gegen die Deckenlehre, daß ostalpines Deckenland mit helvetischem Vorland verknüpft ist; und nur aus der Deckenlehre heraus wächst das Verständnis und die richtige Deutung des nordalpinen Flysches zwischen Vorarlberg und Salzburg.

Besprechungen.

F. Klockmann: Lehrbuch der Mineralogie. Siebente und achte, verbesserte und vermehrte Auflage. Gr. 8°. 667 + 51 p. Mit 580 Textabbild. u. 2 Anhängen: 1. Tabellarische Übersicht über die wichtigsten Mineralien (Bestimmungstafeln); 2. Übersicht über die nutzbaren Mineralien. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke. 1922. Preis geh. 144 Mk.

Vor 30 Jahren hat der Unterzeichnete die erste Auflage dieses Lehrbuchs besprochen (N. Jahrb. 1891. II. -226-; 1893. I. -223-) und damals geschlossen mit den Worten: „Vortreffliche Einführung in den allgemeinen Teil der Wissenschaft und eine für viele Kreise ausreichende, für diejenigen aber, welche selbst in diesem Fach arbeiten wollen, nicht in allen Punkten genügende Beschreibung der Mineralien."

Nach Durchsicht der neuen Auflage habe ich das Empfinden, als ob das, was damals für den beschreibenden Teil gesagt wurde, heute eher für den allgemeinen Teil gelte und umgekehrt. Zwar ist der allgemeine Teil nicht knapp gehalten, er umfaßt die Hälfte, und überall ist Verf. offenbar bemüht gewesen, den Fortschritten der Wissenschaft Rechnung zu tragen, gewissermaßen in einem Kompromiß des in der ersten Auflage Gesagten mit den Anforderungen der Neuzeit, wobei aber an dem Alten zu zäh festgehalten wurde. So erscheint das, was über die Symmetrie der Kristalle gesagt wird, im ganzen unzureichend; die Theorien der Kristallstruktur sind so knapp behandelt, daß sich der Leser von ihrem Wesen und ihrer Bedeutung doch keine Vorstellung machen kann. Das gleiche gilt von der Polymorphie und den Umwandlungstemperaturen, der Isomorphie und den festen Lösungen; daß der Dolomit aus isomorpher Mischung von Kalkspat und Magnesit hervorgegangen sei, dürfte nicht ohne Widerspruch bleiben.

In dem beschreibenden Teil wird das geologische Vorkommen der Mineralien besonders ausführlich behandelt, und wenn man dem Wesen dieses Buches gerecht werden will, muß man dies vor allem beachten. „Die stärkere Betonung der geologischen oder lagerstättlichen Seite der Mineralien bildet eine Eigenart des vorliegenden Buches, die auch dem, der für praktische Zwecke es mit Mineralien zu tun hat, von Nutzen sein wird. Auch sonst sind nach Möglichkeit die Wünsche und Bedürfnisse des Praktikers berücksichtigt." In der ausgiebigen Berücksichtigung des geologischen Vorkommens der Mineralien berührt sich dies Werk mit dem sonst total anders gestalteten Lehrbuch der Mineralogie von P. Niggli (dies. CBl. 1921. p. 62). Den Bedürfnissen der Praktiker sollen auch die beiden Anhänge (s. Titel) dienen. **R. Brauns.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Chemie der seltenen Erden des Wiikits und Orthits aus Impilaks in Finnland und andern (nach † Dr. N. A. Orlow).

Von **Peter Tschirwinsky** in Novotscherkassk.

Ich will hier einige kurze Angaben von Fachgenossen über dieses Thema mitteilen. Diese Angaben sind von mir dem Briefwechsel aus den Jahren 1911—12 mit meinem verstorbenen Freunde Dr. N. A. Orlow in Pjatigorsk entnommen [1]. Dr. Orlow war ein ausgezeichneter Analytiker und Kenner der Chemie der seltenen Erden. Nach seinem Tode (Januar 1919) hinterließ er einige wissenschaftliche Manuskripte, die mir aber bis jetzt leider nicht zugänglich sein konnten. Es ist möglich, daß in ihnen dieses Thema ausführlicher behandelt worden ist. Ich hoffe aber, daß diese meine Zeilen auch von Nutzen sein könnten. Bekanntlich hat Crooks in Wiikit Scandium entdeckt (1,2 % Sc_2O_3), wo es nach seinen Untersuchungen von großen Mengen von Th, Y, Yb und anderen seltenen Metallen begleitet ist. Dagegen soll nach Winter kein Scandium darin vorhanden sein. Dank der Liebenswürdigkeit meines Kollegen Prof. Peter Sustschinsky hatte ich die Möglichkeit, Dr. Orlow eine schöne Stufe von Wiikit und Orthit aus Impilaks zuzusenden. Dr. Orlow zerlegte diese Wiikitstufe nach ihrem Habitus in drei Abarten: 1. schwarze, Euxenit-ähnliche, 2. licht-olivengrüne und 3. schwarze, schieferig ausgebildete [2]. Dem schwarzen Wiikit fehlt

[1] Literarisches (nach W. Vernadsky). Nach Borgström muß der Wiikit, der verhältnismäßig reich an Uran ist, von solchem, der arm an Uran, aber reich an (Y_2O_3) ist, dem sogen. Loranskit, unterschieden werden. Nikolajew hat als erster im Loranskit kein Th und U gefunden, obwohl das Mineral Radiogramme erzeugt hat (Afanassjew, Journ. de la Soc. Phys.-Chimique. Russe. XXXII. 2. Pétersbourg 1900. p. 106). Nach Melnikow findet man oft Loranskit mit Wiikit verwachsen. Über Loranskit siehe M. Melnikow, Loranskit. St. Petersbnrg. 1896; P. Nikolajew, Verh. d. Russ. Min. Ges. zu Petersburg. XXXV. 1897. Sitz.-Ber. p. 11. Analyse und weitere Angaben über Wiikit siehe bei W. Crookes, Proceedings of R. Soc. LXXX. L. 1908. p. 516; R. Meyer und R. Winter, Zs. anorg. Chem. LVII. 1910. p. 403; Eberhard, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin. 1910. p. 413; Borgström, Mineralogiska Notiser 7—10. Geol. Fören. i Stockholm Förh. XXXII. Dec. 1910. p. 1531—1545; Winter, Über Vorkommen und Reindarstellung des Scandiums. 1910. p. 13. Über Wiikit ist die zitierte Arbeit von Borgström nach meiner Meinung besonders hervorzuheben. Daselbst sind auch relativ neue Angaben von Crooks und Holmquist angegeben.

[2] Näheres darüber siehe bei Borgström a. a. O.

Scandium. Im schwarzen Wiikit scheinen fast reine Yttererden nur mit einer sehr kleinen Beimischung von Cererden vorzukommen. Die Cererden des Wiikits enthalten ziemlich viel Samarium oder Gadolinium. Fernerhin fand sich viel Erbiumerde ohne Terbiumerde. Der Orthit aus Impilaks, den in letzter Zeit auch R. J. Meyer analysiert hat, zeigt nach Orlow folgende Zusammensetzung der seltenen Erden:

	Orlow	Meyer [1]
Scandiumoxyd	0,13	0,80
Thoriumoxyd	0,75	1,32
Ytter- und Cererden .	14,58	16,45

Die Analysen der Orthite von anderen Fundorten (welchen?)[2] haben ihn überzeugt, daß sie immer Th-haltig sind. In Keilhauit und Cleveit konnte er kein Thorium entdecken. In Euxeniten (Fundorte?) fand er nach neuen Methoden von R. Meyer für analytische Bestimmungen des Scandiums viel höhere Werte für sein Oxyd im Vergleich mit solchen von Ruebe und Nilson: fast 0,1 % statt 0,003—0,01 % nach Ruebe. „Große Mengen von Th und Ce störten allerdings stark die Genauigkeit der Bestimmungen." Im Mangangranat aus Cararfvet ist fast reines Yttrium vorhanden mit einer sehr kleinen Beimischung von Erbium ohne Terbium.

Zum Schluß sei noch hinzugefügt, daß Orlow in dem „Yttrofluorit" von Th. Vogt[3], den er seinerzeit von Prof. J. H. L. Vogt in großen und schönen Stücken erhalten hatte, nur kleine Mengen von Y_2O_3 fand (in einem Brief — 2. II. 1912 — schreibt er mir darüber wörtlich: „In diesem Yttrofluorit, besonders im weißen, ist sehr wenig Y_2O_3").

Novotscherkassk, Institut für angew. Geologie und Mineralogie des Donschen Polytechnikums, Juli 1921.

Über vulkanische Quarz- und Glasaschen aus den Schuttkegeln von Guadalcázar, San Luis Potosi, Mexiko.

Von **E. Wittich** in Mexiko und **J. Kratzert** in Heidelberg.

I.

Das Material der hier beschriebenen Quarz- und Glasaschen stammt aus den mächtigen Schuttkegeln, die einen großen Teil des Tales von Guadalcázar im Staate San Luis Potosi in Mexiko erfüllen. Die Niederung von Guadalcázar ist eine wannenförmige Depression von etwa 10 km Länge und 3—4 km Breite, deren

[1] Meyer, Zs. anorg. Chem. 1911.

[2] Er hatte das Material von der Firma Merck bezogen.

[3] Thorolf Vogt, Vorläufige Mitteilung über Yttrofluorit, eine neue Mineralspezies aus dem nördl. Norwegen. Dies. Centralbl. 1911. p. 373—377.

Wasser keinen offenen Abfluß haben. In diesem einst von einer ausgedehnten Lagune eingenommenen Kesseltale haben die aus den umgebenden Gebirgszügen der Cordilleren der Sierra de Guadalcázar [1] austretenden Gebirgsbäche ihre Schuttkegel aufgehäuft, die heute als hohe fächerförmige Terrassen über dem zu einem Wassertümpel reduzierten alten See in die Niederung hineinragen. Sie bestehen im wesentlichen aus Sanden und Schottern, mit einem eisenschüssigen gelbbraunen bis roten Lehm gemischt, weshalb sie „Tierras coloradas" genannt werden. Da diese Sande neben großen Mengen von Brauneisen auch noch Freigold, Zinnober, Silbersulfide und Bleiglanz führen, kann man sie in technischem Sinne als Seifen bezeichnen. Sie sind eine wertvolle Ablagerung, die zurzeit auf ihren Metallgehalt ausgebeutet wird [2].

II.

Die Schottermassen sind an vielen Stellen zu einem Konglomerat von 1—3 m Mächtigkeit verkittet, dessen Bindemittel aus Ton mit vulkanischer Asche besteht. Darüber liegt eine bis zu 3 Fuß mächtige Schicht einer feinen, hellgrauen Glasasche, die allmählich in die darunter liegenden Konglomerate übergeht. Sie bildet häufig die oberste Partie der Schuttkegel. Unter den Konglomeraten folgen wieder kiesige rotbraune Lehme und Schotterbänke ähnlich den oberen, mit grauen tonigen Streifen und kleinen Schmitzen, die im wesentlichen mit der vorher erwähnten vulkanischen Glasasche identisch sind. Eine weitere mächtige Ablagerung, gleichfalls von vulkanischen Glaspartien gebildet, liegt in der Umgebung der kleinen Lagune am Südost-Ausgang des Dorfes. Sie erreicht dort über 3 m Mächtigkeit, ist von weißer bis grauer Farbe und ähnelt infolge ihrer staubfeinen Beschaffenheit einer Kieselgurbildung. Von früheren Autoren wurden diese weißen Glasaschen denn auch wirklich für Diatomeenerde gehalten [3], vermutlich weil G. Ehrenberg einmal Kieselalgen darin entdeckt hat. Wir konnten die Stelle in den sehr zahlreichen Arbeiten Ehrenberg's über Infusorien, auf die sich Ramirez berufen hat, nicht finden; es handelt sich aber wohl um ein vereinzeltes zufälliges Auftreten der Protozoen. Von uns konnten trotz Untersuchung mehrerer Proben niemals Diatomeenreste erkannt werden. Die Asche ist vielmehr durchaus anorganischen Ursprungs und besteht fast ausschließlich aus scharfkantigen, unregelmäßig begrenzten Glassplittern, die häufig die typische Form der aus den Porphyrtuffen bekannten sogen. Konkav-

[1] E. Wittich y Fr. Ragotzy, La geologia de la region minera de Guadalcázar, S. L. P. Bolet. Minero. Mexico. 1921. **12**. 6.

[2] E. Wittich, Observaciones acerca de placeres con cinabria y oro en el distrito de Guadalcázar. Bolet. Minero. Mexico. 1920. **10**. 253 ff.

[3] Santiago Ramirez, Informe sobre el mineral de Guadalcázar. Anal. Minist. de Fomento. T. III. Mexico. 1880. 356.

bogenkörperchen[1] wahrnehmen lassen, deren Deutung als umgewandelte Aschenteilchen und Bruchstücke von blasigem Bimsstein zuerst von H. Rosenbusch (l. c.) ausgesprochen und von O. Mügge[2] bestätigt wurde. Die hier beschriebenen Massen sind noch vollkommen frisch und lassen unter dem Mikroskop nur vereinzelt nicht amorphe Körnchen erkennen. Diese von den Eingeborenen als Tizar bezeichnete Asche dient in der Töpferei als Zusatz zum Ton sowie als Polier- und Putzmittel.

III.

In den unteren Schotterbänken und rotbraunen Lehmen finden sich neben der Glasasche zuweilen etwa handgroße Nester und Putzen einer schwarzen oder schwarzgrauen Masse, die überraschenderweise fast nur aus feinen Quarzkriställchen besteht. Diese sind sämtlich von langprismatischer und häufig auch von spindel-, walzen- oder tonnenförmiger Gestalt, beiderseits begrenzt von den Flächen des positiven und negativen Rhomboeders $(10\bar{1}1)$ und $(01\bar{1}1)$. Sie erreichen eine Länge bis zu 1,5 mm und eine Dicke bis zu 70 μ. Daß es sich bei diesen nesterförmigen Einlagerungen um nahezu reine Kieselsäure handelt, zeigt die untenstehende Analyse I, die an ausgesuchtem, durch Sieben von den wenigen beigemischten Lapillistückchen möglichst befreitem Material ausgeführt wurde. Die geringen Mengen von Tonerde usw. sind auf Verunreinigungen zurückzuführen, die die rauhen Oberflächen der Kriställchen überziehen, jedoch nicht zu entfernen und auch nicht näher zu bestimmen waren.

Über die Herkunft dieser merkwürdigen Gebilde gibt die Untersuchung der eingangs erwähnten Vulkanasche Aufschluß, deren Zusammensetzung in Analyse II gegeben ist. Die Asche besteht neben glasigen Partien und Mineralfragmenten verschiedenster Art zu einem erheblichen Teil ebenfalls aus Quarzkriställchen, in ihrer Größe schwankend von submikroskopischer Feinheit bis zu den oben angegebenen Dimensionen. Die Kantenrundungen sind viel weniger ausgeprägt, die rhomboedrischen Endigungen und die prismatische Längserstreckung teilweise von größter Schärfe. Die sonderbaren Nester von größeren Quarznädelchen sind daher wohl nichts anderes als das Endprodukt einer weitgehenden natürlichen Trennung nach der Korngröße, wobei die Frage, ob Wasser oder Wind die separierende Wirkung ausübten, nicht weiter zu entscheiden ist[3].

[1] Vgl. z. B. H. Rosenbusch, Massige Gesteine. 1887. 424 oder F. Zirkel, Lehrb. d. Petrographie. III. 1894. 565.

[2] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. VIII. 1893. 641.

[3] Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. W. Freudenberg sind derartige nesterförmige Anhäufungen von Quarznädelchen auch auf die Tätigkeit gewisser Ameisenarten zurückzuführen.

Analyse	I.	II.	
SiO_2	93,38	75,53	
TiO_2	—	0,36	
Al_2O_3	0,97	10,18	
Fe_2O_3	1,95	4,28	
CaO	1,10	0,71	
MgO	0,29	0,90	
Na_2O	Spuren	0,26	
K_2O		1,92	
Glühverlust	2,40	5,71	ZrO_2, BaO, MnO_2 in Spuren
	100,09	99,85	

Die Analysen wurden im Min.-Petr. Institut der Universität Heidelberg ausgeführt und zwar Analyse I von den Herren Dr. E. Ernst und cand. chem. G. A. Stephan, Analyse II von dem an zweiter Stelle genannten Verfasser.

IV.

Was schließlich die Entstehung und Herkunft dieser Glas- resp. Quarzaschen betrifft, so ist anzunehmen, daß es sich um mehrere zu verschiedenen Zeiten entstandene, strukturell verschiedene, in chemischer Hinsicht aber einander ähnliche Auswurfmassen handelt, die mit jungen Rhyolithausbrüchen in Zusammenhang stehen; Rhyolithdecken treten etwa 65 km westlich von Guadalcázar in der Nähe von San Luis Potosi auf. Die dort gelieferten Aschenmassen sind von den fließenden Wassern teilweise in das Kesseltal von Guadalcázar hineingespült worden, wo sie teils in das Material der Schuttkegel gemischt, teils zu den erwähnten Tizarbänken angehäuft wurden. Hiermit erklärt sich auch der Fund solcher Glasaschen mitten in den Sanden in etwa 500 m Entfernung von der kleinen Lagune. Bei einer Ausschachtung an der Plaza des Dorfes traf man in etwa 2 m Tiefe eine ca. 10 cm mächtige Lage von denselben Glasaschen in den fluvialen Sanden konkordant eingeschaltet.

Nach ihrem geologischen Alter sind diese Aschen und Tizarbildungen, als Produkte rhyolithischer Eruptionen, in das Neogen — vielleicht Pliocän — zu setzen; hiermit wäre dann auch die Zeit der Bildung jener Schuttkegel ungefähr bestimmt.

Min.-Petr. Institut der Universität Heidelberg, 28. I. 1922.

Zur Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums.

Von Dr. **J. Moscheles**-Prag.

Mit 2 Textfiguren.

Zu der unter dem Titel: „Zur Beurteilung der Längsstörungen etc." (dies. Centralbl. 1921, p. 660—664) verborgenen Polemik Wähner's gegen meine Notiz: „Über die orographische Lage tektonischer Horste" (ibid. p. 52—54) habe ich Folgendes zu bemerken:

Meine Notiz beschäftigte sich nach dem klaren Wortlaut des Titels ausschließlich mit einer einzigen prinzipiellen tektonischen Frage. Infolgedessen mußten alle Erwägungen anderer Art, wie die Frage nach dem Bau des mittelböhmischen Altpaläozoicums, unerörtert bleiben. Daher sind jene Vorwürfe, die Wähner in den beiden letzten Abschnitten seiner Polemik vorbringt, nicht am Platze. Ihrer Widerlegung, soweit sie sachlicher Natur sind, ist ein Teil des folgenden Aufsatzes gewidmet. Ich werde damit auch zeigen, wie wenig gerechtfertigt die Angriffe Wähner's gegen meine angeblich nicht induktive Arbeitsweise sind.

In erster Linie muß der Begriff Horst geklärt werden. Unter Horst im tektonischen Sinne verstehe ich jede Scholle, deren Masse an Brüchen relativ — d. h. entweder durch Hebung der Horstscholle oder durch Senkung der Umgebung — über die Massen der Nachbarschollen gehoben wurde. Diese Hebung ist dadurch angedeutet, daß in der Horstscholle tiefere (ältere) Gesteine oder tiefere Strukturformen anzutreffen sind als in den Nachbarschollen in gleicher absoluter Höhenlage. Ich befinde mich mit dieser Auffassung wohl im Einverständnis mit Wähner, der ja auch (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1916, p. 9) wegen der Höhenlage der Strukturformen bei Annahme von Senkungsbrüchen (besser wohl Schollenbrüchen) von einem Horst spricht. Von diesem rein tektonischen Horstbegriff ist ein orographisch-tektonischer zu unterscheiden, der eine Scholle bezeichnet, die infolge ihrer relativen Hebung zum mindesten vor ihrer Abtragung die Umgebung auch orographisch überragt oder überragt hat.

Wenden wir diese Begriffsbestimmung auf das vorliegende Problem an, so ergibt sich, daß es sich in unserem Falle um einen rein tektonischen Horst handelt; denn der aus einer Synklinale hervorgegangene Horst hat, wie sich aus der Erhaltung gerade der jüngsten Schichten in seinem Bereich ergibt, niemals die Umgebung orographisch überragt. Für derartige „recht sonderbare" Horste Wähner's möchte ich den Terminus Muldenkernhorst vorschlagen.

Entgegen der Meinung Wähner's sind Zahl und Sprunghöhe der Brüche für die von mir dargestellte Entwicklung eines Muldenkernhorstes irrelevant, worauf später noch zurückzukommen sein wird. Die Sprunghöhe ist der Betrag, um den die äußere, relativ

gesenkte Scholle gehoben werden müßte, damit ihre Schichten den alten Platz im Muldenschenkel einnehmen. Wo in einer äußeren Scholle jüngere, in den inneren Schollen erhaltene Schichtglieder fehlen, sind diese über der heutigen Landoberfläche ergänzt zu denken. Nach dieser Rekonstruktion überragt die äußere relativ gesenkte Scholle den tektonisch höheren Muldenkernhorst um die Mächtigkeit dieser seither abgetragenen Schichten. Ebenso überragt jede äußere Scholle die nächst innere um den Betrag der Schichtglieder, die der äußeren im Vergleich zur nächst inneren fehlen. Das von mir (p. 53) gebrachte Profil besitzt lediglich schematische Bedeutung und es widersprach dem Zweck der Notiz, das an sich leicht verständliche Profil zu komplizieren.

Wähner versucht in seiner Polemik zu erklären, er habe die Annahme eines Horstes im Bereich des mittelböhmischen Altpaläozoicums von vornherein weder für ausgeschlossen noch für völlig unvereinbar mit der Erhaltung der jüngsten Schichten im Bereich des fraglichen Horstes angesehen, sondern nur auf den darin enthaltenen Widerspruch hingewiesen. Wenn aber ein Autor wiederholt auf einen von ihm angenommenen Widerspruch hinweist, ohne eine eventuelle Erklärungsmöglichkeit anzuführen und zu widerlegen, muß er in den Verdacht geraten, daß er die betreffende Erklärungsmöglichkeit nicht kennt, den Widerspruch also für reell hält. Widersprechende Vorstellungen sind aber völlig unvereinbar und schließen einander aus. Warum hat denn Wähner die Möglichkeit eines relativen randlichen Absinkens nicht ebenso ins Auge gefaßt wie die Möglichkeit einer vor Entstehung der Längsbrüche geschaffenen synklinalen Lagerung!

Ich hatte mit meiner Notiz nicht beabsichtigt, die Senkungsbrüche wieder zu Ehren zu bringen. Wo es sich nicht um wörtliche Zitate handelt, spreche ich stets von relativen Hebungen und Senkungen. Das weiß auch Wähner, wie aus seiner Polemik (p. 662, Absatz 3: Probatum est) hervorgeht.

Zur Frage nach der Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums übergehend, ist gegenüber den Einwendungen Wähner's Folgendes festzustellen: Überschiebungen, d. h. das Auftreten jüngerer Gesteine im Liegenden von älteren, müssen auch bei vorwiegend vertikalen Bewegungen entstehen, sobald die Bruchflächen nicht saiger sind. Schichtflächen werden auch bei Verbiegungen zu Rutschflächen, deren Auftreten in einer Synklinale also keinen Anhaltspunkt für die Annahme schichtenparalleler Längsbrüche, den Faltenüberschiebungen Wähner's, gibt. Meine Beobachtungstatsachen waren: Die hier in Betracht kommenden Längsbrüche sind jünger als die erste Dislozierung (Faltung und Verbiegung) der Schichten. Sie sind nicht schichtenparallel; aber durch lokale Aufbiegung schmiegen sich die Schichten streckenweise an die Bruchflächen an. Sie gehen nicht aus liegenden Falten hervor. An ein

und derselben Bruchfläche scheint die Sprunghöhe infolge ungleich starker Aufbiegung der Schichten in der Vertikalen zu wechseln.

Seit meinen, wie Wähner weiß, schon im Jahre 1916 ausgeführten Untersuchungen sind eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen, die wir dem besten Kenner des Gebietes (Prof. Kettner) und seinen Schülern verdanken. In ihnen liegt ein reiches Beobachtungsmaterial vor, das meine Beobachtungen sehr wesentlich vervollständigt und erweitert, ihnen aber in keiner Weise widerspricht. Zu diesen Arbeiten gehört auch die grundlegende Veröffentlichung Kodym's über die Längsüberschiebungen im Barrandeum (Rozpravy Ceské Akademie, Prag 1921, 2. Abt., 30, No. 16).

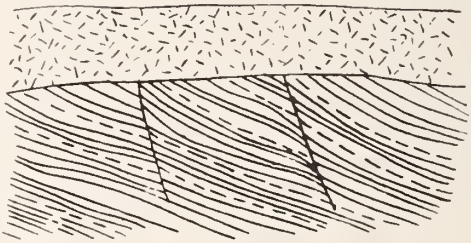


Fig. 1.

Fig. 2.

Nach Kodym entstanden die hier in Betracht kommenden (meisten) Längsbrüche gegen Ende der Hauptfaltung infolge starken, aber nicht mehr zu neuer Faltung führenden Druckes. Bei der Zusammenpressung der Synklinale war der seitliche Druck in den Hangendschichten naturgemäß am größten, da hier der von den Schichten gebildete Bogen am kleinsten ist. Die Zusammenpressung nahm also gegen die Tiefe hin ab. So entstanden nach Kodym die steilen, unter 70—80° einfallenden Brüche, an denen die inneren Partien im Vergleich zu den äußeren emporgepreßt wurden, aber — wie aus seinem hier wiedergegebenen Profil (Fig. 1) hervorgeht —, um einen geringeren Betrag als den der vorangegangenen Einmuldung. Dieses Profil Kodym's bestätigt meine oben aufgestellte Behauptung von der Gegenstandslosigkeit der Anzahl und Sprunghöhe der Brüche für das vorliegende Problem. Infolge der geschilderten Art und Ursache des Entstehens nimmt nach Kodym (Fig. 2) die Sprunghöhe an jedem Bruch gegen die Tiefe hin ab und wird schließlich gleich null.

Meine in der Natur durch Beobachtung gewonnene Anschauung, daß es sich bei diesen Längsbrüchen um relative Hebung der inneren Partien einer bestehenden Synklinale um kleinere Beträge als die vorangegangene Einmuldung handelt, erhält durch die Arbeit Kodym's ihre aus dem Mechanismus der Gebirgsbildung abgeleitete Begründung. Es handelt sich, wie Kodym beweist, tatsächlich um tangential wirkende Kräfte, die aber fast rein vertikale Schollenbewegungen zur Folge hatten.

Abgrenzung, geologisches Alter und tektonische Stellung des sächsischen Granulitgebirges.

Von **Kurt Pietzsch.**

Mit 2 Kartenskizzen.

Wenn man vom Innern der Kuppel des sächsischen Granulitgebirges nach außen geht, so durchschreitet man in der Schieferhülle zunächst verschiedene Arten Glimmerschiefer und Phyllite. Diese gehen dann nach außen zu in die phyllitischen Tonschiefer des sog. Cambriums über, auf die schließlich die normalen altpaläozoischen Schichten folgen; infolge Überdeckung durch jüngere (rotliegende und vor allen Dingen diluviale) Ablagerungen ist das Altpaläozoicum aber nur in geringer Verbreitung aufgeschlossen. Am deutlichsten bietet sich dieses Bild regelmäßig aufeinanderfolgender Zonen an der Nordnordwest- und Westflanke der Granulitkuppel. An der Nordostseite wird es dadurch beeinträchtigt, daß östlich von Roßwein eine große Störung vorbeizieht, deren Natur und Bedeutung an anderer Stelle erörtert wurde [1]. Auf der Südostseite des Granulitgebirges herrschen von Südwesten her bis in die Gegend des Zschopautales zunächst wieder ähnliche Verhältnisse wie im Nordwesten, wenn auch der Schiefermantel hier viel geringere Breite besitzt. Man muß hier im Gebiete der Phyllite schon mit Einfaltungen altpaläozoischer Schichten rechnen; und außerdem dürften die in geschlossenem Streifen ausstreichenden altpaläozoischen Schichten wahrscheinlich an einer Störung an den Schiefermantel herangedrückt sein. Weiter nordwestlich, und zwar vor allem nördlich von Hainichen, liegen anscheinend etwas andere Verhältnisse vor, indem hier auf die Glimmerschiefer nach außen zu unmittelbar die Gesteine der Epidot-Amphibol-Schiefer-Gruppe folgen. C. F. Naumann [2], der die Umgegend von Hainichen 1871

[1] K. Pietzsch, Tektonische Probleme in Sachsen. Geol. Rundschau. 5. 1914. p. 161—174.

[2] Carl Naumann, Geognostische Karte der Umgegend von Hainichen. Leipzig 1871.

besonders bearbeitete, hat diese Gesteine unter dem Namen der „Grünschiefer von Hainichen" zusammengefaßt; er trennte sie von der „Übergangsformation" (Altpaläozoicum) ab und hob ihre Zugehörigkeit zur „Urschieferformation" (Phyllit) hervor. Rudolf Credner[1] spricht sich dann 1876 auf Grund spezieller mikroskopischer Gesteinsuntersuchungen dahin aus, daß dieses „Grünschiefersystem ein Glied der krystallinen Schieferformation des Schiefermantels des Granulitgebirges bildet", und daß es bei Hainichen „die Phyllitformation vertritt". Diese Auffassung hat auch bei der Bearbeitung der Kartenblätter und Erläuterungen der geologischen Karte 1 : 25 000 als Grundlage gedient[2]. Sie blieb im wesentlichen auch erhalten, als H. Credner[3] schließlich die Epidot-Amphibolschiefer für metamorphe devonische Schichten erklärte und sie als einen Teil des „Kontakthofes des Granulitlakkolithen" auffaßte.

Die verschiedene Zusammensetzung des Schiefermantels des Granulitgebirges im Nordwesten und Südosten veranlaßte H. Credner zu der Auffassung, daß „die Längsachse des elliptischen Granulitlakkolithen" nicht mit der Achse der Aufwölbung des Schiefergebirges zusammenfiele, sondern eine etwas südöstlichere Lage besitze. Infolgedessen beschränke sich „die Teilnahme des Cambriums am Schiefergewölbe auf dessen Nordwestflügel, fehle aber am Südostflügel, an dessen Zusammensetzung sich nur das Silur und Devon beteiligen"; und die Kontaktwirkungen des Granulitlakkolithen sollen sich aus demselben Grunde an der nordwestlichen Flanke und an den beiden zugespitzten Enden der Granulitellipse ausschließlich auf das Cambrium erstrecken, während Silur und Devon hier weit außerhalb des Kontaktbereiches liegen; nach Südosten dagegen sollen gerade diese beiden Formationen den Kontakthof zusammensetzen[4].

Die Anschauung, daß es sich im Südostflügel des Schiefermantels um silurische und devonische Schichten handele, wird mit der Auffindung „vereinsamter und wenig gut erhaltener Graptolithen und Tentakuliten" in den äußeren Kontaktzonen begründet.

Deutlich erkennbare Graptolithen, darunter zweireihige Formen, sollen in den Kieselschiefern des Roßauer Waldes aufgefunden

[1] Georg Rudolf Credner, Das Grünschiefersystem von Hainichen. (Diss. Leipzig 1876.) Zeitschr. f. ges. Naturwiss. 47. Halle 1876, bes. p. 128.

[2] Erläuterungen der Kartenblätter Frankenberg—Hainichen, Waldheim, Freiberg—Langhennersdorf, Roßwein—Nossen der geologischen Karte von Sachsen 1 : 25000.

[3] H. Credner, Erläuterungen zu Blatt Mittweida—Taura der geol. Karte von Sachsen. II. Aufl. p. 19; — Die Genesis des sächsischen Granulitgebirges. Centralbl. f. Min. etc. 1907, bes. p. 523.

[4] H. Credner, Centralbl. f. Min. etc. 1907. p. 521.

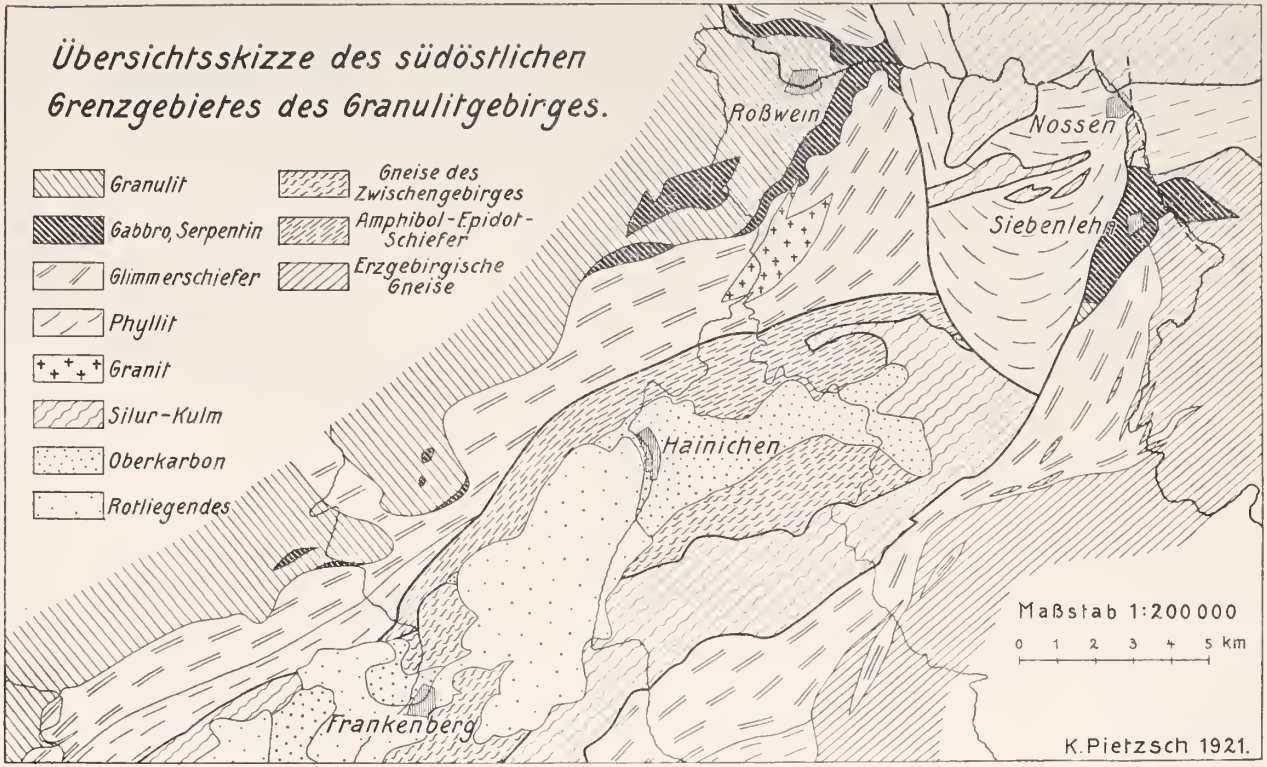

Übersichtsskizze des südöstlichen Grenzgebietes des Granulitgebirges.
Granulit
Gabbro, Serpentin
Glimmerschiefer
Phyllit
Granit
Silur-Kulm
Oberkarbon
Rotliegendes
Gneise des Zwischengebirges
Amphibol-Epidot-Schiefer
Erzgebirgische Gneise
Roßwein
Nossen
Siebenlehn
Hainichen
Frankenberg
Maßstab 1:200000
0 1 2 3 4 5 km
K. Pietzsch 1921.

Abb. 1.

worden sein[1]. Nun ist zwar die Erhaltung von Graptolithen unter gewissen Umständen sogar in stark kontaktmetamorphen Gesteinen möglich, wie im Bereiche des Meißener Syenitmassivs auf Blatt Tanneberg festgestellt werden konnte[2]; dagegen sind die mir aus dem Kieselschiefer des Roßauer Waldes vorliegenden „Graptolithen" wohl überhaupt nicht organischen Ursprunges, sondern rühren von ausgewitterten langen dünnen Kontaktmineralien her. Das Gestein selbst ist aber sicherlich ein Kieselschiefer, der obersilurisches Alter besitzen kann.

Tentakuliten, im Vogtland für Mitteldevon bezeichnend, sollen sowohl bei Draisdorf nördlich von Chemnitz, wie auch am Treppenhauer am rechten Zschopaugehänge nördlich von Frankenberg auf den Schichtflächen eines gelblichgrauen, dünnplattig spaltenden Schiefers aufgefunden worden sein[3]. Da mir keine Belegstücke vorliegen, kann ich nicht entscheiden, ob die Beobachtung richtig ist. Ich halte es aber nicht für ausgeschlossen, daß in diesem Teil des Schiefermantels des Granulitgebirges devonische Schichten vorhanden sein können; nur bedarf die von H. Credner und E. Danzig vertretene Auffassung der völligen Konkordanz aller Schichten des Schiefermantels einer wesentlichen Abänderung.

Es kann nach unserer heutigen Kenntnis der Schichtenfolge des vogtländisch-thüringischen Silurs und Devons schon aus stratigraphischen Gründen keinem Zweifel mehr unterliegen, daß sowohl bei Draisdorf wie auch am Treppenhauer altpaläozoische Schichten durch Einfaltung oder durch Schuppenstruktur, also überhaupt durch tektonische Vorgänge, aufs engste mit phyllitischen Gesteinen verquickt sind. Auch das Kieselschiefervorkommen vom Roßauer Walde dürfte so zu deuten sein; in seiner unmittelbaren Nähe wird Phyllit angegeben, ohne daß sich aber infolge der Überkleidung des ganzen Gebietes mit diluvialem Lehm die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse feststellen ließen.

Es sei übrigens darauf hingewiesen, daß nach meiner Meinung auch in jenem Streifen altpaläozoischer Gesteine, der nordwestlich von Chemnitz auf die Phyllite des Granulitmantels nach außen zu folgt, und der nach der Karte im wesentlichen aus Culm und Obersilur zusammengesetzt ist, keineswegs so einfache Lagerung herrscht, wie sie das Randprofil 1 auf Blatt Chemnitz (III. Aufl.) zeigt. Auch hier ist das Auftreten der Kieselschiefer innerhalb der culmischen Gesteine (cul der Karte) — und das gleiche gilt auch für die ähnlich gebaute Zone altpaläozoischer Gesteine südlich von Hainichen, die sich etwa vom Wachtelberg bei Langenstriegis über

[1] Erläuterungen zu Blatt Mittweida—Taura der geol. Karte von Sachsen. II. Aufl. p. 19 und zu Blatt Frankenberg—Hainichen. II. Aufl. p. 19.

[2] Erläuterungen zu Blatt Tanneberg—Deutschenbora. II. Aufl. p. 28 u. 39.

[3] Erläuterungen zu Blatt Mittweida—Taura. II. Aufl. p. 17.

Riechberg nach Seifersdorf hinzieht — nicht lediglich durch die Annahme zu erklären, daß die Kieselschiefer „klippenförmige Emporragungen einer bedeutend denudierten Ablagerung von Obersilur darstellen", um und über die sich die Culmschichten abgelagert haben[1]; vielmehr ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß gerade das schmal zonenförmige Auftauchen der Kieselschiefer aus den culmischen (?) Gesteinen durch einen Schuppenbau des ganzen Gebietes bedingt ist.

Die auf der geologischen Karte mit dem Symbol cu2 und cu3 bezeichneten „Culmschichten", die mit einem außerordentlich groben Grundkonglomerat beginnen, sind erst nach den Hauptgebirgsbewegungen abgelagert worden; sie greifen diskordant über die Zonen älterer paläozoischer Gesteine hinweg (siehe unten).

Im Zschopautale nördlich von Frankenberg wird die geschlossene Zone altpaläozoischer Schichten, die nördlich von Chemnitz am Südrand der Granulitumrahmung auftritt und die auch westlich von Frankenberg noch (Kartenskizze Abb. 1) vorhanden ist, nicht mehr beobachtet. Hier bietet sich vielmehr im Schiefermantel folgendes Profil (vgl. Randprofil 2 auf Blatt Frankenberg—Hainichen II. Aufl.); die Schichten fallen sämtlich nach Südosten zu ein:

Granulit.
Gneisglimmerschiefer.
Muscovitschiefer mit Einschaltungen von Hornblendeschiefer und kohlestoffreichem Quarzitschiefer.
Phyllite, z. T. als Knotenschiefer ausgebildet, mit Einschaltungen von Hornblendeschiefern, sowie von Kiesel- und Alaunschiefern.
Epidot-Amphibolschiefer.
Gneis des Frankenberg-Hainichener Zwischengebirges.

Kohlenstoffreiche Quarzitschiefer sind auch im erzgebirgischen Glimmerschiefergebiet an verschiedenen Stellen vorhanden. Es ist daher vorläufig nicht ohne weiteres angängig, sie als metamorphes Silur aufzufassen, zumal ja aus Mittelböhmen bekannt ist, daß auch in den sehr viel älteren präcambrischen Schichten bereits kohlenstoffreiche Schiefer auftreten. Das gleiche gilt zwar, solange keine sicheren Fossilien vorliegen, auch für die ähnlichen Einschaltungen in der Gruppe der phyllitischen Gesteine, doch kann es sich hier tatsächlich auch um Einfaltungen von Silur im Phyllit handeln. Es sei vergleichsweise daran erinnert, daß in der Gegend von Lößnitz[2] ebenfalls obersilurische Schichten (mit ausgezeichnet erhaltenen Graptolithen) im Phyllit eingefaltet sind. Eine volle Konkordanz, wie sie von Credner angenommen wird, kann in den Schichten des Zschopautales schon deshalb nicht bestehen, weil die Kieselschiefer in mehreren Horizonten vorkommen.

[1] Erläuterungen zur geol. Karte Blatt Chemnitz. III. Aufl. p. 22.
[2] Vgl. Blatt Lößnitz—Zwönitz der geol. Karte von Sachsen. II. Aufl.

Mehr im hangenden Teile der phyllitischen Schichtenfolge des Treppenhauers, vor allem auch im Hangenden der mächtigen Kieselschiefereinschaltung, treten „sehr schwach glänzende bis glanzlose“ [1], gelblichgraue, dünnplattige Schiefer auf, welche Tentakuliten führen und metamorphes unteres Mitteldevon darstellen sollen. Die angeblich konkordant darauf folgenden Epidot-Amphibolschiefer gehören dann nach Credner und Danzig als das direkte Hangende dieser Schichten dem oberen Mitteldevon bezw. dem unteren Oberdevon an (Erläuterungen zu Blatt Mittweida. II. Aufl. p. 18). Selbst wenn die Beobachtung der Tentakulitenführung zu Recht besteht, ist die Schlußfolgerung bezüglich des Alters der in seinem Hangenden auftretenden Epidot-Amphibolschiefer nicht zulässig, weil abgesehen von der Fossilführung auch die Lagerungsbeziehungen zwischen diesen Schiefern sicherlich andere sind als bisher angenommen wurde.

Verfolgt man die ganze Phyllitzone des Treppenhauers sowie ihre Grenze gegen den Epidot-Amphibolschiefer nach Nordosten zu weiter, so verhindert zwar schon von Sachsenburg ab die Bedeckung der Hochfläche mit Lößlehm einen unmittelbaren Einblick in den Bau des Untergrundes. Aus der kartenmäßigen Darstellung der verschiedenen Einzelaufschlüsse ergibt sich aber vollständig klar, daß sich die Phyllitzone etwa 1 km nordöstlich von Irbersdorf zwischen den Glimmerschiefern und den Epidot-Amphibolschiefern auskeilen muß. Nur nordwestlich von Hainichen im Walde zwischen Crumbach und Oberroßau kommen nochmals Phyllite und Kieselschiefer zum Vorschein. Die nordwestliche Grenze der Epidot-Amphibolschiefer überschneidet also die Phyllitzone schräg.

In der Erläuterung zu Blatt Frankenberg—Hainichen II. Aufl. p. 13, wird diese Erscheinung so gedeutet, daß die nordöstliche Fortsetzung der Phyllitzone des Treppenhauers in den Gesteinen der Glimmerschieferzone von Schlegel nördlich von Hainichen zu suchen sei. Dieser Auffassung kann man jedoch ebensowenig beipflichten wie der von Rudolf Credner, daß die Grünschiefer von Hainichen „die Phyllitformation vertreten“. Verständlich sind die ganzen Verhältnisse nur dann, wenn man entweder eine von Haus aus vorhandene diskordante Überlagerung der jetzt als Phyllit bezw. Glimmerschiefer vorliegenden Schichten durch die Urgesteine der Epidot-Amphibolschiefer annimmt, oder wenn man die Grenzfläche zwischen beiden als eine Störung betrachtet. Ersteres hat keinerlei Wahrscheinlichkeit für sich; vor allem würde, wenn tatsächlich in den Schichten des Treppenhauers Tentakuliten vorhanden sind, dies eine sehr beträchtliche Diskordanz innerhalb devonischer Schichten voraussetzen, für die sonst in Sachsen und

[1] M. Kästner. 16. Jahresber. d. Naturw. Ges. zu Chemnitz. 1907. p. LIX.

Thüringen kein Anhaltspunkt vorliegt. Es kann sich daher nur um eine tektonische Diskordanz handeln.

Diese Auffassung erhält eine Stütze durch den Grad der Kristallinität der Gesteine zu beiden Seiten der Grenzfläche. Wenn die Epidot-Amphibolschiefer aus einer durch diabasische Gesteine ausgezeichneten Schichtenfolge (sei es nun eine devonische oder eine ältere) hervorgegangen sind, so besitzen sie jedenfalls einen höheren Grad der Metamorphose als jene Schiefer, die am Treppenhauer in seinem Liegenden auftreten. Die Schichten, die hier Tentakuliten führen sollen, werden ja z. T. als fast unveränderte Tonschiefer angegeben. Die Kristallinität der Gesteine nimmt vom Granulit her immer mehr ab und auch nach den Erläuterungen zu Blatt Frankenberg—Hainichen (II. Aufl. p. 14) weisen sie zuletzt „nur noch äußerst geringe Andeutungen von Kontaktmetamorphose auf". Diese durchaus den Charakter von Tonschiefern und nicht von Phylliten tragenden Gesteine werden erst unmittelbar an der liegenden Grenze der Epidot-Amphibolschiefer wieder durch stärker glänzende „jedoch nicht sehr mächtige" phyllitische Schiefer abgelöst, die dann mit jenen innig verknüpft sind.

Wenn die weiterhin folgenden entschieden stärker metamorphen Epidot-Amphibolschiefer auch noch zum „Kontakthof" des Granulits gehören sollen, so ist es bei der von Credner und Danzig angenommenen normalen Lagerung unverständlich, warum in ihrem Liegenden fast unveränderte Tonschiefer auftreten[1]. Die Epidot-Amphibolschiefer sind dabei hier bei Frankenberg nicht wesentlich anders ausgebildet als nördlich von Hainichen, wo sie unmittelbar über Glimmerschiefer folgen. Alle diese Verhältnisse zwingen zu der Auffassung, daß die Liegendgrenze der Epidot-Amphibolschiefer eine Störungsfläche ist.

Die Tatsache, daß sich am Treppenhauer unter den Epidot-Amphibolschiefern wieder „nicht sehr mächtige", stärker glänzende Schiefer einstellen, ist im Liegenden einer Dislokationsfläche etwas ganz Gewöhnliches, und auch die innige Verknüpfung der Epidot-Amphibolschiefer mit ihrem unmittelbaren Liegenden, sei es durch Verknetung an der Dislokationsfläche wie am Treppenhauer oder sei es durch mehrfache untergeordnete Schuppung, wie sie im Striegistale bei Schlegel wahrscheinlich ist, steht in vollem Einklange mit dieser Auffassung.

Aus der Art, wie die angenommene Störungsfläche die Täler der Zschopau und der Striegis überquert, ist zu schließen, daß sie nicht übermäßig steil nach Südosten zu einfällt. Sie besitzt daher jedenfalls denselben Charakter, wie die im Zschopautale nur wenige hundert Meter davon entfernte Sachsenburger Störungsfläche, an

[1] Auf diesen Umstand weist auch bereits M. Kästner mit Recht hin (16. Ber. d. Naturw. Ges. Chemnitz. 1907. p. LXIII).

welcher der Frankenberg-Mobendorfer Gneis des Zwischengebirges auf den Epidot-Amphibolschiefer aufgeschoben ist[1].

Wenn also die Epidot-Amphibolschiefer durch eine Aufschiebungsfläche von der Phyllit- und Glimmerschieferzone des granulitgebirgischen Schiefermantels getrennt sind, so muß die Frage aufgeworfen werden, ob sie überhaupt noch zum „Kontakthof" des Granulits zu zählen sind, wie man es seit C. F. Naumann getan hat, und wie es namentlich durch H. Credner in neuerer Zeit wieder betont wurde.

Die Möglichkeit, daß in dem Epidot-Amphibolschiefer-System metamorphe diabasische Gesteine, eventuell auch der Devonformation vorliegen, kann nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden; völlig unbewiesen ist aber, daß diese Metamorphose auf den Granulit zurückzuführen ist. Im Striegistale mag dies zwar wegen der allgemeinen Schichtenfolge so scheinen, im Zschopautal dagegen läßt schon die Verteilung der Stärke der Kristallinität keinen direkten Zusammenhang zwischen der Herausbildung der Epidot-Amphibolschiefer und dem Granulit erkennen. Mit Rücksicht auf die tektonische Natur der liegenden Grenze der Epidot-Amphibolschiefer kann ein solcher Zusammenhang höchstens in einiger südöstlicher Entfernung und auch dann erst in größerer Tiefe gesucht werden; ein Beweis dafür fehlt aber vollkommen. Auch sind sonst im ganzen übrigen Schiefermantel des Granulits nirgends wieder ähnliche Gesteine in so großer Mächtigkeit bekannt. Ich bin daher zu der Überzeugung gekommen, daß die Epidot-Amphibolschieferzone tektonisch überhaupt nicht mehr zum Schiefermantel des Granulitgebirges zu zählen ist[2], sondern aufs engste mit dem Frankenberger Gneiszug verknüpft und somit als ein Glied des Frankenberg-Hainichener Zwischengebirges aufgefaßt werden muß.

Ohne näher auf dessen Bau und Zusammensetzung einzugehen, sei nur kurz daran erinnert, daß in der Gneiszone dieses Zwischengebirges unter der Bezeichnung „Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeschiefer" eine Gesteinsfolge enthalten ist, die in mancherlei Beziehung Ähnlichkeit mit dem Epidot-Amphibolschieferzug hat, wenngleich ihre petrographische Ausbildung im einzelnen abweicht. Sowohl die Epidot-Amphibolschiefer wie auch die Gesteine des übrigen Frankenberg-Hainichener Gneiszuges bedürfen einer modernen

[1] A. Rothpletz, Geotektonische Probleme. Stuttgart 1894. p. 106—109 und Blatt Frankenberg—Hainichen der geol. Karte von Sachsen.

[2] Auch M. Kästner (a. a. O. p. LXII) kommt zu dieser Auffassung, sieht aber in den Amphibolschiefern druckmetamorphe Diabase, deren Umwandlung mit dem Herauspressen der Zwischengebirgsgneise in Zusammenhang stehen soll. Aus petrogenetischen Gründen müssen die Amphibolschiefer aber in größerer Tiefe entstanden sein, ehe sie durch tektonische Vorgänge ihre heutige Lage erhielten.

Bearbeitung, die besonders auf petrogenetische Zusammenhänge Gewicht zu legen hätte.

Die veränderte Auffassung der geologischen Stellung der Epidot-Amphibolgesteine hat zunächst zur Folge, daß die von H. Credner gegebene Altersbestimmung[1] des „Granulitlakkolithen" nicht mehr als zu Recht bestehend angesehen werden kann. Denn sie ist lediglich darauf gegründet, daß die Epidot-Amphibolschiefer aus mittel- und oberdevonischen Gesteinen hervorgingen und daß die Metamorphose durch den Granulit bewirkt wurde. Unzutreffend ist auch die Vorstellung, daß sich diese Vorgänge schon in jungdevonischer Zeit vollzogen hätten, weil „die Grundkonglomerate des diskordanten auf dem dortigen Schiefermantel liegenden unteren Carbons reichlich mit bis meterlangen Fragmenten von mittelgebirgischen Kontaktgesteinen gespickt sind"; denn dieses Grundkonglomerat liegt gar nicht an der Basis der untercarbonischen Schichten, die als cu1 auf der Karte ausgeschieden sind und aus Tonschiefer und Grauwacken bestehen, und die z. B. auf Blatt Chemnitz und auch in dem altpaläozoischen Streifen südlich von Hainichen von den großen Gebirgsbewegungen noch mit ergriffen worden sind; sondern es liegt an der Basis jener aus Sandsteinen, Konglomeraten und Schiefertonen mit eingeschalteten Steinkohlenflözen bestehenden Schichtenfolge von Hainichen, die als cu2 und cu3 auf den Karten dargestellt ist. Sie greift diskordant über das ältere Gebirge und auch über die echten Culmschichten (cu1 der Spezialkarten) hinweg und ist vielleicht eben noch mit dem allerhöchsten Untercarbon, mit größerer Wahrscheinlichkeit aber mit der Waldenburger Stufe, zu parallelisieren. Die Hauptfaltung des alten Gebirges liegt hier in Mittelsachsen jedenfalls vor der Ablagerung dieser steinkohlenführenden Schichten und hat echte untercarbonische Schichten von Etroeungt- bis Visé-Charakter mit betroffen.

Die Auffassung von H. Stille[2], daß die Hauptfaltung nach Ablagerung der kohleführenden Schichten von Hainichen eingetreten sei, steht mit den erwähnten Verhältnissen nicht in Einklang. In der kleinen „Culm"-Mulde von Frankenberg-Hainichen selbst sind überhaupt keine Saarbrücker Schichten vorhanden. Es ist zwar zuzugeben, daß zwischen den hier abgelagerten Schichten und den erst in einiger Entfernung auftretenden sog. Saarbrücker Schichten von Flöha, Lugau-Ölsnitz und Zwickau[3] eine Diskordanz liegt, wie

[1] H. Credner, Die Genesis des sächsischen Granulitgebirges. Dies. Centralbl. 1907, bes. p. 523.

[2] H. Stille, Über Hauptformen der Orogenese und ihrer Verknüpfung. Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Mathem.-phys. Kl. 1918. p. 19 des Separatabdruckes.

[3] Beyschlag und Fritsch (Das jüngere Steinkohlengebirge und das Rotliegende in der Provinz Sachsen usw. Abh. Preuß. Geol. Landesanst. N. F. Heft 10. Berlin 1900) vermuten übrigens, daß die obercarbonischen

sich übrigens aus dem Kartenbild am Nordostrand des Blattes Chemnitz (III. Aufl.) direkt entnehmen läßt; doch besitzt diese Diskordanz bei weitem nicht die Bedeutung wie jene, die an der Basis der cu2-Schichten zu suchen ist. Damit steht auch der petrographische Habitus der Gesteine im Einklang; diejenigen des Hainichener „Culms" ähneln weit mehr denen des unbestrittenen Flöhaer oder Lugau-Ölsnitzer Obercarbons als denen des vogtländischen echten Culms. In jenen sind z. B. die pelitischen Gesteine als Schiefertone ausgebildet, im echten Culm dagegen stets als Tonschiefer. Ferner sind überall, wo wir in Sachsen und Thüringen echte culmische Ablagerungen kennen, auch in dem Zuge, der sich unmittelbar südlich von Hainichen erstreckt, diese mit silurischen und devonischen Gesteinen durch Zusammenfaltung bezw. Schuppenstruktur aufs engste verknüpft; der Hainichener „Culm" dagegen ist lediglich als Ganzes in einfachster Weise eingemuldet. Es kann daher nicht im geringsten zweifelhaft sein, daß die Hauptfaltung vor Ablagerung der Hainichener Schichten stattgefunden hat; aus diesem Grunde muß ich auch an meiner früheren Ansicht festhalten, daß der Hainichener „Culm" ein Äquivalent der Waldenburger Stufe ist[1].

Diese Gebirgsbildung vor Ablagerung der steinkohlenführenden Schichten von Hainichen ist die Hauptphase der varistischen Gebirgsbildung in Sachsen überhaupt. Ihr verdankt auch das Granulitgebirge seine Ortsstellung. Damit soll natürlich nichts über die Zeit des Aufdringens der Magmen selbst gesagt sein. Für die Trennung einzelner Phasen in der Auffaltung des Granulitgebirges in der von M. Kästner (a. a. O. p. LXI) angegebenen Weise liegt kein Anlaß vor, da die von ihm angeführten Diskordanzen im Altpaläozoicum der Granulitumrahmung in der Hauptsache nicht stratigraphischer, sondern tektonischer Art sind.

In diesem ganzen Zusammenhange muß auch noch die tektonische Stellung des Granulitgebirges im varistischen Bogen gestreift werden. Seit langem, und besonders seit den Darlegungen von R. Lepsius in der „Geologie von Deutschland" wird das sächsische Granulitgebirge mit der Münchberger Gneismasse verglichen, und obwohl ich diese schon 1914 (Geol. Rundschau. Bd. V) in die Zone des Wildenfelser und Frankenberg-Hainichener Zwischengebirges einordnete, und obwohl F. Kossmat 1916 die tatsächlichen tektonischen Beziehungen eindeutig auseinandergesetzt hat[2], wird es

Schichten von Lugau-Ölsnitz und Zwickau zur mittleren und oberen Ottweiler Stufe zu stellen sind, während sie J. T. Sterzel im wesentlichen für Äquivalente der mittleren und oberen Saarbrücker Schichten erklärt (Erläuterung zu Blatt Zwickau. II. Aufl. p. 116).

[1] Vgl. Geol. Rundschau. 5. 1914. p. 172.

[2] F. Kossmat, Übersicht der Geologie von Sachsen. Erläut. zu den Übersichtskarten der Sächs. geolog. Landesuntersuchung. 1916. p. 56—59.

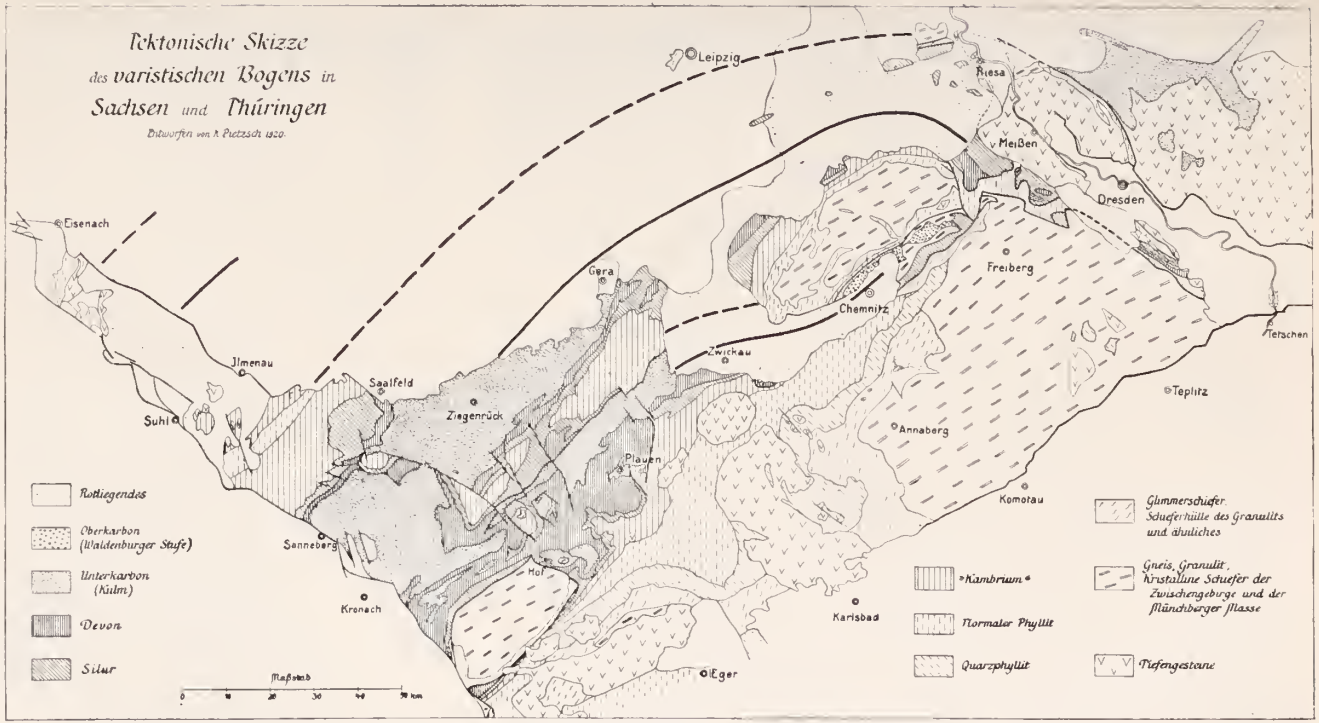

Tektonische Skizze
des variscischen Bogens in
Sachsen und Thüringen
Entworfen von R. Pietzsch 1920.
Leipzig
Riesa
Meißen
Dresden
Eisenach
Gera
Freiberg
Chemnitz
Zwickau
Ilmenau
Saalfeld
Ziegenrück
Suhl
Plauen
Annaberg
Teplitz
Komotau
Sonneberg
Hof
Kronach
Karlsbad
Eger
Rotliegendes
Oberkarbon (Waldenburger Stufe)
Unterkarbon (Kulm)
Devon
Silur
Maßstab
Kambrium
Normaler Phyllit
Quarzphyllit
Glimmerschiefer. Schieferhülle des Granulits und ähnliches
Gneis, Granulit, kristalline Schiefer der Zwischengebirge und der Flöhaberger Masse
Tiefengesteine

Abb. 2

immer wieder so dargestellt, als ob die Münchberger Masse und das Granulitgebirge einer und derselben tektonischen Zone angehören. Wie aus der früher zu anderen Zwecken von mir entworfenen Skizzenkarte Abb. 2 zu ersehen, ist die Brachyantiklinale des Granulitgebirges mit dem ostthüringischen Hauptsattel (Sattel von Berga) zu verbinden. Das Erzgebirge findet seine südwestliche Fortsetzung in den kristallinen Schiefern des Fichtelgebirges. Zwischen diesen beiden nordöstlich verlaufenden Hauptantiklinalen liegt eine Hauptmuldenzone, die am deutlichsten in der vogtländischen Mulde in Erscheinung tritt. Sie zieht sich dann von Zwickau aus unter dem Jungpaläozoicum des erzgebirgischen Beckens fort und steht mit den altpaläozoischen Gesteinsfolgen am Südrand des Granulitgebirges nördlich von Chemnitz und mit dem altpaläozoischen Zug südlich von Hainichen in unmittelbarer Verbindung. Diese Hauptmuldenzone ist längs der Linie Teichwolframsdorf, Greiz, Pausa an die cambrischen Schiefer des nördlich vorgelagerten ostthüringer Hauptsattels herangedrückt. In der nordöstlichen Fortsetzung ist dann entsprechend das Altpaläozoicum nördlich von Chemnitz auf den Schiefermantel des Granulitgebirges geschoben (vgl. Skizze 2).

In dieser großen Hauptmuldenzone liegen nun die Münchberger Masse, das Wildenfelser und das Frankenberg-Hainichener Zwischengebirge. Alle drei zeigen auch in ihrer Gesteinszusammensetzung recht erhebliche Verwandtschaft. Insbesondere mag hier im Anschluß an die vorangegangenen Darlegungen daran erinnert werden, daß wie bei Frankenberg und Hainichen auch in der Münchberger Masse eine Zone von Hornblendeschiefern und Chloritschiefern abgeschieden werden kann, über welche neuere Untersuchungen durch Mitglieder des Jenaer geologischen Instituts neues Licht zu verbreiten vermögen. Ob die drei Gebirgsmassen, wie es F. E. Suess für die Münchberger Masse behauptet hat, tatsächlich wurzellose Reste von Überschiebungsdecken sind, wofür die Lagerungsverhältnisse im Detail zu sprechen scheinen, oder ob es sich um keilförmige, aus untergeordneten engen Falten innerhalb der großen Muldenzone herausgepreßte Streifen handelt, was ebenfalls noch zu beweisen wäre, soll hier nicht weiter erörtert werden. Daß das Frankenberg-Hainichener Zwischengebirge im Norden sogar auf den Rand des Granulitgebirges herangepreßt ist, während Wildenfelser Zwischengebirge und Münchberger Masse deutlich am Südrand der großen Hauptmulde liegen, hat seinen Grund darin, daß ganz allgemein die tektonischen Achsen der großen Faltenzüge sich nach Nordosten hin immer mehr einander nähern [1]. Die zwischen den beiden Hauptantiklinalen des Granulitgebirges und Erzgebirges

[1] Vgl. auch K. Pietzsch, Die geologische Stellung des Gabbro-Gebietes von Siebenlehn. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss., math.-phys. Kl. 1922 (im Druck).

liegenden Gebirgszonen werden dadurch außerordentlich stark zusammengepreßt, und das Frankenberg-Hainichener Zwischengebirge wurde dabei sogar über die altpaläozoischen und phyllitischen Zonen des Schiefermantels des Granulitgebirges hinweg bis auf dessen Glimmerschieferzone herangedrückt.

Die Skizze 2 zeigt ferner, daß die Achse der Hauptantiklinale Bergaer Sattel — Granulitgebirge einen schwach geschwungenen Verlauf nimmt, den auch die Zonen der vogtländisch-erzgebirgischen Hauptmulde beschreiben (vgl. Kossmat, l. c. p. 58). Die Verbindung der ostthüringer Hauptmulde (Ziegenrücker Culmmulde) mit der nordsächsischen Mulde und ebenso des Schwarzburger Sattels mit dem nordsächsischen Sattel läßt sich ganz korrekt eigentlich auch nur mit einer solchen Verbiegung zeichnen; auf der Kartenskizze Abb. 2 ist dies nur wegen des großen Zwischenraums, in dem altes Gebirge überhaupt nicht zu beobachten ist, unterlassen worden. Diese Auslenkung der nordöstlich gerichteten Achsen ist ungefähr in einer Zone erfolgt, die in NNW—SSO-Richtung über Zwickau verläuft. An ihr ist der östliche Teil gegenüber dem westlichen etwas nach Süden gerückt. Mit dieser Verbiegung der varistischen Achsen in der Zwickauer Zone dürfte auch das Aufdringen der großen westerzgebirgischen Granitstöcke in genetischer Verknüpfung stehen. Für die richtige Einfügung des Granulitgebirges in den Gebirgsbau des varistischen Bogens ist die Beachtung dieser über Zwickau verlaufenden Verbiegungszone von großer Bedeutung. Nur wenn man sie außer acht läßt, kommt die falsche Auffassung zustande, daß Granulitgebirge und Münchberger Gneismasse in derselben tektonischen Zone lägen, eine Anschauung, die hoffentlich bald endgültig aus der geologischen Literatur verschwinden wird.

Bemerkungen über das Becken von Ichthyosaurus quadriscissus.

Von **Friedrich v. Huene** in Tübingen.

Mit 1 Textfigur.

Eine kürzlich erschienene interessante Arbeit von Herrn Prof. Wiman in Upsala (Über den Beckengürtel bei *Stenopterygius quadriscissus*. Bull. Geol. Inst. Upsala. XVIII. 1921. 19—32. Taf. V) gab mir Veranlassung, gleichfalls das Becken oberliassischer Ichthyosaurier näher anzusehen. Es wird in jenem Aufsatz nicht nur die Morphologie der einzelnen Beckenelemente, sondern auch die Rekonstruktion des ganzen Beckens behandelt. Ein Punkt, der wohl alle Leser überrascht haben dürfte, ist die Besprechung des gegenseitigen Verhaltens von Ilium und Sacralrippe. Mir ist von keinem lebenden Tier ein Ilium bekannt, das sich mit seinem Oberrand an den unteren Teil des Sacralwirbelkörpers anlegt, während die

Sacralrippe oberhalb und lateral vom Ilium diesem an seiner Außenseite mehr oder weniger parallel läuft, ebensowenig von einem fossilen Wirbeltier, bei dem die Lage der Elemente überliefert ist.

Es ist bekannt, daß bei der Anpassung von Landwirbeltieren an das Wasserleben (Nothosauriden u. Plesiosauriden, Mesosauriden, Mosasauriden, Champsosauriden, Crocodiliden etc.) die Beckenverbindung mit dem Stammesskelett schwächer wird infolge von anderer Beanspruchung der Hinterextremität und infolge der Aufhebung eines Teiles des Gewichtes durch das Wasser; die Sacralrippen werden länger und schwächer, das Ilium schmäler. Aber stets bleibt die Art der Verbindung zwischen Ilium und Sacralrippe eine ähnliche: die distale Endfläche der Sacralrippe legt sich an die mediale Fläche des Ilium, und die Kontaktstelle geht am Ilium schrittweise mehr nach oben, je tiefer das Ilium abwärts sinkt. Man vergleiche z. B. die Befestigung des Ilium bei Amphibien, etwa beim japanischen Riesenmolch.

Ich habe nun eine große Anzahl von Individuen von *Stenopterygius (Ichthyosaurus) quadriscissus* durchgesehen, teils in Originalstücken, teils an veröffentlichten Photogrammen und teils an Photogrammen bei Herrn Dr. B. Hauff in Holzmaden, dem ich für sein freundliches Entgegenkommen und seine eifrige Mithilfe herzlich danke. Auf diese Weise konnte ich die stattliche Anzahl von gegen 70 Individuen dieser Spezies durchsehen (die Anzahl dürfte eher noch größer sein). Von ihnen eigneten sich etwa 30 Exemplare dazu, die Wirbel zu zählen und den Sacralwirbel zu ermitteln. Dabei wurde stets der Epistropheus als erster Wirbel gezählt. Mit vollkommener Genauigkeit stellte sich stets der 46. Wirbel als Sacralwirbel heraus. Nur an zwei dieser durchgezählten gut erhaltenen Skeletten von *Stenopterygius quadriscissus* könnte man ebensogut den 47. für den Sacralwirbel halten. Das trifft nach meiner Zählung auch für das von Wiman abgebildete Exemplar No. II und vielleicht III zu, bei letzterem, das sich zum Zählen auf dem Photogramm nicht gut eignet, kann man auch den 47. oder den 48. Wirbel für den Sacralwirbel halten.

Als Sacralwirbel sehe ich nach den Wirbeln mit doppelköpfigem Rippenansatz den ersten an, bei dem die beiden Gelenkflächen zu einer einzigen länglichen verschmolzen sind; eine leichte Einschnürung ist aber noch erkennbar, ebenso auch beim folgenden Wirbel. Die Rippe dieses Sacralwirbels ist auch sehr charakteristisch. Die deutlich zweiköpfigen hinteren Rumpfrippen mit kleinem Tuberculum und breitem Capitulum nehmen rasch an Länge ab, die 45. zeigt noch eine schwache, aber gut wahrnehmbare Krümmung im distalen Teil; die 46. ist ebenfalls noch zweiköpfig, zwischen Capitulum und Tuberculum, die gleiche Größe haben, ist nur ein kleiner Einschnitt, der distale Teil dieser 46. Rippe ist ebenso wie bei der vorhergehenden zugespitzt, dabei annähernd gerade und

etwas kürzer als die 45. Die 46. Rippe ist von gleicher Länge, ganz gerade, distal zugespitzt und einköpfig. Auch die folgenden drei bis vier Schwanzrippen sind noch nicht merklich kürzer, jedoch distal verbreitert, die 47. nur wenig, die 48. wesentlich mehr und die 49. erreicht distal die Breite des Proximalendes. Die Länge der Sacralrippe entspricht ziemlich gut der Höhe des Sacralwirbelkörpers.

Mit Wiman's Exemplar No. I (l. c.) stimmt die Sacralwirbelzahl nicht, da dies gar nicht *Stenopterygius quadriscissus*[1], sondern *crassicostatus* ist. Wiman waren auch schon einige Differenzen aufgefallen, aber er glaubte sie durch Alter erklären zu können. Schädel, Bezahnung, beide Flossenpaare, Rumpfwirbelzahl etc. weichen zu deutlich in Gestalt und relativer Größe von *St. quadriscissus* ab, um dahin gehören zu können. Dabei herrscht gerade in diesen Teilen Übereinstimmung mit den Originalen und sicheren Exemplaren von *St. crassicostatus*. Bei ausgewachsenen Individuen von *St. quadriscissus* (von $2\frac{1}{2}$ m Länge) verkümmert im allgemeinen die Bezahnung, sie wird relativ sehr viel schwächer und kürzer als bei jungen Tieren von z. B. $1\frac{1}{2}$ m Länge; bei ganz alten sind sehr häufig die Kiefer völlig zahnlos überliefert. Bei allen anderen *Stenopterygius*-Arten dagegen ist stets bei alten Exemplaren die Bezahnung noch von normaler Größe, kräftig und gut erhalten. Wiman's Exemplar No. III ist ein weibliches Tier (*St. quadriscissus*), wie es im ausgewachsenen Zustand leicht kenntlich ist an der sehr langen Berippung, dem zarten Knochenbau und dem relativ kleinen Schädel.

Aus der Durchsicht einer großen Individuenzahl von *Stenopterygius quadriscissus* habe ich den Eindruck gewonnen, daß das Ilium ursprünglich stets leicht gebogen war, daß man also nicht zwischen geraden männlichen und gekrümmten weiblichen Ilien unterscheiden kann. Häufig aber kommen Quetschungen in verschiedenen Richtungen vor. Bei Wiman's Exemplar No. III scheinen mir die Ilien in der Richtung der Krümmungsebene gepreßt zu sein. Sehr gut und ungepreßt ist das Ilium z. B. bei dem Tübinger „Hautexemplar" erhalten. Das Ilium zeigt dort eine kleine Rauigkeit an einer Stelle, die etwa der des nach vorn gerichteten Dornes bei *Shastasaurus Perrini* (Merriam: Triassic Ichthyopterygia from California and Nevada. Bull. Dept. Geol. Univ. Cal. III. 1902. Pl. 5, 2—3) entspricht. Dieser Dorn bei *Shastasaurus* entspricht der Spina iliaca anterior der Landreptilien. Ist dieser Vergleich zutreffend, so war auch die Krümmungsebene des Ilium von *St. quadriscissus* parallel der Längsachse des Tieres. Das Ilium war wahrscheinlich schräg von hinten-oben nach vorn-unten gerichtet. Bei *Ophthalmosaurus icenicus* aus dem Oxfordton von Peterborough ist das Ilium in jeder Hinsicht recht ähnlich und der kleine Dorn recht deutlich.

[1] Die Anzahl der Scissen an den Flossengliedern ist für die Artbestimmung nicht ausschlaggebend, da sie bei der Durchsicht einer größeren Individuenzahl einer gewissen Schwankung unterworfen ist.

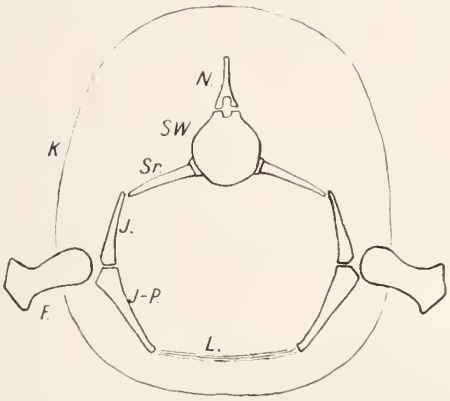
Was das Ischio-Pubis anbetrifft, so war nicht nur Dr. B. Hauff, sondern auch in Tübingen seit mehr als zwei Jahrzehnten das oft sehr deutliche Foramen obturatorium bekannt. Zwar ist es in der Tat in der Literatur meines Wissens nicht ausdrücklich erwähnt worden.

Nach meiner Überzeugung war das Oberende des Ilium durch Bindegewebe mit der distalen Spitze der Sacralrippe verbunden, aber nicht besonders fest; denn diese Verbindung ist durch die Maceration fast immer gelöst, während der ligamentöse Zusammenhang von Ilium, Ischio-Pubis und Femur sehr häufig standgehalten hat. Ich nehme daher an, daß das Becken der Ichthyosaurier gar nicht aus dem Rahmen der übrigen höheren Wirbeltiere herausfiel.

Wenn man eine größere Anzahl von Skeletten betrachtet, fällt es auf, daß die beiden Ischio-Pubes nie mit den kurzen Distalrändern einander sehr genähert sind und sich gegeneinander legen, während doch die Verbindung auf einer Beckenseite, wie eben gesagt, häufig deutlich ist. Daher glaube ich auch nicht, daß diese beiden Paarhälften einfach transversal gegeneinander gerichtet und mit den kurzen Distalrändern eng verbunden waren. Ich nehme an, daß die sie verbindenden Bänder ziemlich lang waren. Es ist ja kaum anzunehmen, daß in den Fällen, in denen die ligamentöse Verbindung mit dem Ilium und mit dem Femur bei der Fossilisation erhalten blieb, stets eine ähnliche Verbindung der beiden Ischio-Pubes unter sich durch die Maceration schon zerstört war. Dagegen nehme ich an, daß das verbindende Ligament so lang war, daß es beiden Knochen kein Hindernis bildete, jede beliebige Lage bei der Maceration einzunehmen, ja es verhinderte sogar wahrscheinlich, daß die Ischio-Pubes mit den kurzen Medialrändern sich bei transversaler Richtung nahe aneinander legen konnten. Bei einem einzigen Skelett, dessen Photogramm ich bei Herrn Dr. B. Hauff untersuchen konnte, sind die Ischio-Pubes in einer Weise gelagert, die ich für die ursprüngliche zu halten geneigt bin: Das Skelett befindet sich in halber Rückenlage (Platte mit Umrahmung 73 cm breit und 253 cm lang), die Ischio-Pubes sind mit ca. 25° nach vorn gerichtet, so daß sie also unter sich einen stumpfen Winkel von ca. 130° nach vorne bilden; aber sie kommen nicht zur Berührung, ihre Stirnränder sind $1\frac{1}{2}$ Ischio-Pubis-Längen voneinander entfernt; mit den Ischio-Pubes sind die beiden Hinterflossen noch in natürlichem Zusammenhang: die Stirnränder der Ischio-Pubes reichen bis dicht an die Unterenden der hintersten langen Rippen und überragen sie auch nicht in medialer Richtung; die ganzen beiderseitigen Rippen-Serien und das Becken scheinen bei der Fossilisation noch in natürlichem Verbande gelegen zu haben.

Wiman sucht (l. c. p. 27) bei *Eryops* eine Stütze für seine Annahme der Ilium-Befestigung. Diese Form ist mir von den Originalen in Chicago und New York genau bekannt. Ich war

damals in New York, als das später abgegossene Skelett von *Ergops* montiert wurde, und habe die jetzige Stellung der Sacralrippe und des Ilium am montierten Skelett wesentlich mitbeeinflußt. Die Befestigung der Sacralrippe am Ilium war offenbar wie beim japanischen Riesenmolch, nämlich durch Bindegewebe von der einen distalen Ecke der Sacralrippe zum Oberende des Ilium medial. Daß aber bei einer weiteren Reduktion des Ilium die Befestigung desselben auf den Sacralwirbel übergehen würde, halte ich für völlig ausgeschlossen. Übrigens handelt es sich hierbei nicht um Tatsachen, sondern es steht nur Annahme gegen Annahme. Aber bei solchen Annahmen können nicht die Knochen allein rein mechanisch berücksichtigt werden, sondern es muß die ganze Anatomie, auch der Weichteile, stimmen.



Becken-Rekonstruktion von *Ichthyosaurus quadriscissus*. Vorderansicht mit Körperquerschnitt. Stark verkleinert.

F. = Femur.
J. = Ilium.
J.-P. = Ischio-Pubis.
K. = Körperquerschnitt.
L. = Ligament.
N. = Neuralbogen.
Sr. = Sacralrippe.
SW. = Sacralwirbelkörper.

Die Rekonstruktion des Beckens von *Stenopterygius quadriscissus* habe ich graphisch versucht und komme bei Ansicht von vorn, eingezeichnet in den mutmaßlichen Leibesquerschnitt, zu nebenstehender Form, die man mit Wiman's Fig. 6 und 8 (l. c.) vergleichen möge. Bei seinen Abbildungen fällt nämlich auf, daß die Beckenöffnung kaum größer sein soll als ein Wirbelkörper, auch beim weiblichen Tier. Wie sollen da die relativ großen Embryonen geboren werden, selbst wenn man eine gewisse Dehnbarkeit der Becken-Ligamente in Anrechnung bringt? Auch kommt der Femuransatz dann zu hoch zu liegen, nämlich nur $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{4}$ Wirbelkörperhöhe unterhalb der Wirbelsäule. Das widerspricht aber der durch-

schnittlichen Lage des Femur bei den fossilen Skeletten. Faktisch liegt das Oberende des Femur durchschnittlich wenigstens eine ganze Wirbelkörperhöhe unterhalb der Wirbelsäule bei Seitenlage des Skelettes. Meine Rekonstruktion gibt dem Beckendurchgang über 2 Wirbelhöhen und über 3 Wirbelbreiten, also den etwa 5fachen Querschnitt, zugleich erlaubt sie eine sehr viel bedeutendere Dehnbarkeit. Die gedachte Querschnitt-Linie des Körpers zeigt den Raum für die sicher sehr stark ausgebildete Rücken-Schwanzmuskulatur und die wahrscheinlich den Körper unter der Haut umgebende Fettschicht. Ich nehme an, daß der Rücken oben nicht zugeschärft, sondern flach war, wie es bei Delphinen der Fall ist. Der hier ohne vorgefaßte Absicht rekonstruktiv entstandene hochovale Körperquerschnitt stimmt in dieser Region gut mit der seitlich stark komprimierten Körpergestalt von *Ophthalmosaurus icenicus* aus dem Oxfordton von Peterborough, von dem in Tübingen ein sehr vollständiges einheitliches Skelett mit großenteils unzerdrückten Rippen frei montiert ist.

Kurz mag hier noch die Frage nach den Hämapophysen berührt sein. Die triassischen Ichthyosaurier (*Shastasaurus*) besitzen große Hämapophysen. Bei den im Schiefer plattgedrückten oberliassischen Ichthyosauriern war ich seit langem bei einzelnen mehr oder weniger macerierten Skeletten im Zweifel, ob außer den Schwanzrippen und Neuralbögen noch Hämapophysen vorhanden sind, bin aber jetzt, nach sorgfältiger Durchsicht vieler guter Skelette und Photogramme, z. T. mit Hilfe von Dr. B. Hauff zu dem Schluß gekommen, daß keine knöchernen Hämapophysen bei bisherigen Funden vorhanden sind. Ein einziges Skelett, das sich jetzt im Britischen Museum in London befindet, schien eventuell im abgeknickten distalen Teil des Schwanzes Hämapophysen zu besitzen. Aber bei genauer Prüfung erwiesen sich diese gespreizten Knöchelchen doch als Neuralbögen. Bei Durchsicht einer größeren Anzahl ganz frei präparierter proximaler und mittlerer Schwanzwirbel in Tübingen und Holzmaden bei verschiedenen Arten zeigen sehr viele gut erhaltene Centra gar keine Andeutung von Hämapophysenfacetten, aber einzelne besitzen dennoch ganz deutliche Facetten. Vielleicht ist daraus der Schluß zu ziehen, daß zwar keine knöchernen oder knorpeligen unteren Bögen entwickelt waren, wohl aber bindegewebige, denn knorpelige Hämalbögen würden sich im Posidonomyenschiefer erhalten haben.

Tübingen, den 17. Januar 1922.

Neuartige elektrische Öfen für Temperaturen von 2500° und darüber.

Von Dr. **E. Löwenstein.**

Mit 3 Textfiguren.

In Göttingen haben sich die altbekannten Firmen der Feinmechanik, Optik und Elektrotechnik zu der „Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten G. m. b. H. Göttingen" zusammengeschlossen, um ihre Apparate gemeinsam durch diese Vereinigung vertreiben zu lassen, um ferner Ausstellungen gemeinsam zu beschicken, und so ein Bild von den Leistungen der Göttinger Industrie zu geben. — Diese Vereinigung steht dauernd in Fühlung mit den Universitätsinstituten und arbeitet gemeinschaftlich mit diesen Neukonstruktionen aus den obigen Gebieten aus. — Durch dieses Zusammenarbeiten von Wissenschaft und Technik wird eine sachgemäße und zweckdienliche Ausführung aller Neukonstruktionen auf wissenschaftlicher Grundlage gewährleistet. —

Eine Neuerung, welche besonders in mineralogischen Kreisen von größtem Interesse und weitgehendster Bedeutung ist, stellt das „Göttinger Elektroschaltwerk" her, welches dieser Vereinigung angehört. Es handelt sich um einen elektrischen Ofen, welcher sich besonders durch die hohen Temperaturen, die man mit demselben schnell erreichen kann, durch die äußerst feine Regulierbarkeit (auch bei den höchsten Temperaturen), durch sehr geringen Stromverbrauch, große Sauberkeit, gute Konstanz der Temperatur, bequeme Handhabung, geringen Raumverbrauch und leichte Transportfähigkeit, auszeichnet. Insbesondere ist es möglich, den Ofen zu kippen und das Schmelzgut herausfließen zu lassen.

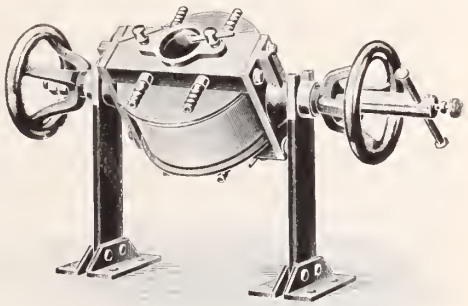


Fig. 1.

Mit Hilfe des Ofens ist es möglich, Temperaturen bis 2500° und noch höher zu erreichen, alle Temperaturgrade in den feinsten Grenzen zu regulieren und einzustellen, was für sehr viele chemische, physikalische, kristallographische, mineralogische usw. Versuche von größter Wichtigkeit ist. — Es gelingt z. B. mühelos, mit diesem Ofen alle Metalle, Mineralien, schwer schmelzbaren Erden usw. zum Schmelzen zu bringen, Umwandlungen zu beobachten, langsame Abkühlungsversuche vorzunehmen, das Verhalten der verschiedensten Stoffe in verschiedenen Gasatmosphären

bei hohen Temperaturen zu studieren usw. Das Prinzip entspricht demjenigen der bekannten Schmelzeinrichtungen nach Nernst-Tammann. — In den primären Stromkreis eines Einphasen-Wechselstrom-Transformators ist ein Regulierwiderstand geschaltet, welcher gestattet, die primäre Spannung und Stromstärke in den allerfeinsten Grenzen zu regulieren. —

Die Öfen bestehen im wesentlichen aus einem Mantel, Isoliermaterial und dem Heizrohre. Während bei den bislang benutzten Öfen Kohlenbacken verwendet wurden, gelangen bei den verbesserten Öfen Kupferbacken mit Wasserkühlung zur Anwendung.

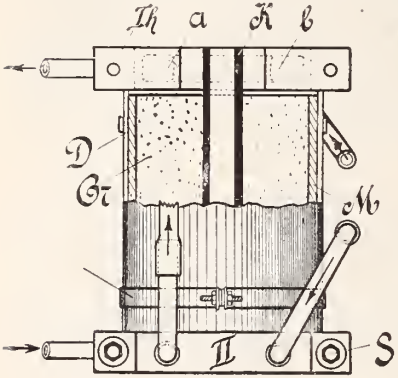


Fig. 2.

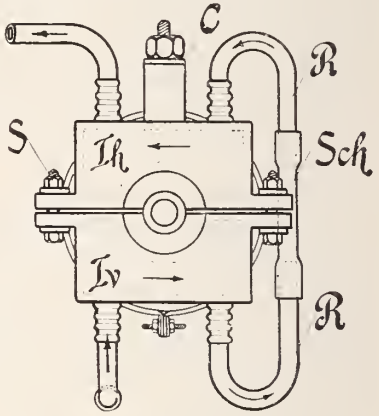


Fig. 3.

Die äußere Form ist aus den Abbildungen 2 und 3 zu ersehen. K ist das Kohleheizrohr, das in der Masse eingebettet und von dem Außenmantel M und D umgeben ist. — Die Kupferbacken Ih und Iv, resp. IIh und IIv, werden mittelst der Schraube S angezogen. Die Stromzuführung geschieht durch die Anschlußklemme C. — Die Wasserzirkulation ist aus der Zeichnung deutlich ersichtlich.

Die Vorteile dieser Art Öfen bestehen

1. in der leichten Auswechselbarkeit des Kohlerohres;
2. in der größeren Lebensdauer der Öfen, da Übergangswiderstände so gut wie gar nicht auftreten und jeglicher Abbrand durch die kühlende Wirkung der Kupferbacken vermieden wird;
3. in dem kalten Zustande der Backen, wodurch der Raum über dem Ofen frei von heißen Gasen und strahlender Wärme bleibt;
4. in der leichten Auswechselbarkeit der Öfen, so daß mehrere Öfen an ein und dieselbe Einrichtung angeschlossen werden können. —

Ein weiterer Vorteil ist der, daß die Wärmeabgabe der Heizrohre, resp. der Heizmuffeln, nach innen eine sehr gute, nach außen sehr gering ist, so daß der Ofen mit einem sehr günstigen Wirkungsgrad arbeitet. —

Die Öfen werden in zwei Größen, und zwar für 3 und 5 KVA hergestellt. — Die in der kleineren Type zu erhitzende Menge beträgt ca. 40 ccm, in der größeren ca. 100 ccm. — Für größere Leistungen werden auch größere Einrichtungen bis zu 50 KVA und darüber gebaut. —

In der Metallographie und Kristallographie werden die Öfen wie die bekannten großen Schmelzeinrichtungen nach Nernst-Tammann zum Schmelzen von Metall-Legierungen, von Silikaten, Gesteinen, zur Aufnahme von Abkühlungskurven, zum Exponieren von Kristallen, Gesteinsmengen und zum Studium von Umwandlungen verwendet. Durch die Kippvorrichtung haben sie gegenüber den bisher verwandten Öfen den Vorteil, daß man das Schmelzgut schneller ausgießen und z. B. abschrecken kann. — Die Öfen dürften sich daher auch für die Laboratorien von Instituten, von Hüttenwerken etc. gut eignen.

Ausführliche Prospekte usw. versendet auf Wunsch kostenfrei die „Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten G. m. b. H. Göttingen", Geiststr. 3 (Postschließfach 73).

Besprechungen.

Reinhard Brauns: Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bildung und Umbildung. 4^0. VII u. 225 p. mit 40 Taf., 3 Porträts u. 32 Fig. im Text. In Mappe. Stuttgart 1922. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

In diesem Werk sind alle Mineralien behandelt, die aus den Niederrheinischen Vulkangebieten — der Eifel, dem Laacher Seegebiet, dem Siebengebirge und Umgebung — bekannt geworden sind, sowohl die, welche durch vulkanische Vorgänge gebildet, als auch die, welche durch solche an die Erdoberfläche gefördert worden sind, die der Einschlüsse und Auswürflinge aller Art.

Von jedem Mineral wird die Art seines Vorkommens und seine Eigenschaften angegeben; alle Analysen mit Ausnahme solcher, die offenbar mit groben Fehlern behaftet sind, sind aufgenommen worden und neu berechnet. Für manche, wie Hauyn, hat sich dabei ein anderes Mengenverhältnis der Bestandteile ergeben, als in der Regel angenommen wird. Neue, bisher nicht veröffentlichte Analysen sind mitgeteilt von Magnetkies, Magnetit, Titanomagnetit, Hercynit, Picotit; Alkalifeldspat, Olivin, Andalusit; Augit, Hornblende und Feldspat aus injiziertem Alkaligestein; Orthit, Pyrrhit, Ettringit. Die Analyse eines Andalusits macht es wahrscheinlich, daß die blutrote

Färbung durch $Fe_2O_3 . TiO_2$ erzeugt werde. Das von G. vom Rath als Chalkomorphit beschriebene Mineral ist ein teilweise zersetzter Ettringit und aus der Liste der Mineralien zu streichen. Auf p. 105 ist in der Überschrift zu Apatit ein Druckfehler stehen geblieben, indem es statt $Ca_3P_2O_8$ heißen muß: $3(Ca_3P_2O_8)$.

Die Aufzählung der Mineralien allein würde bei deren großen Mannigfaltigkeit schon einige Bedeutung haben. Diese dürfte beträchtlich erhöht werden durch Verfolgung ihrer Bildung und Umbildung. Hierzu war ein umfangreiches Material erforderlich, das, in Ergänzung zu dem vorhandenen, im Laufe der Jahre beschafft wurde; so umfaßt die Laacher Sammlung 4210 Nummern, die aus der Eifel 1100, aus dem Siebengebirge und Umgebung (ohne Finkenberg) 3120 und die Finkenbergsammlung 1870 Nummern. Der mikroskopischen Untersuchung sind diese Sammlungen durch einige tausend Dünnschliffe erschlossen.

Mit Rücksicht auf Bildung und Umbildung und genetische Verwandtschaft sind die Mineralien in einzelne Gruppen zusammengefaßt und diese zu einander geordnet. An der Spitze stehen die einfachst zusammengesetzten Mineralien der kristallinen Schiefer, weil diese die längste Geschichte hinter sich haben und die Umbildungen am klarsten erkennen lassen, die Mineralien der Gruppe SiO_2—Al_2O_3 und Verwandte. Disthen zeigt Umwandlung in Sillimanit, in Auswürflingen wie in Einschlüssen; Sillimanit solche in Korund und Spinell, während er als Neubildung u. a. aus aufgelöstem Quarz hervorgeht, was insbesondere an Quarzeinschlüssen in Basalt zu erkennen ist und auf Diffusionsströmungen im Magma hinweist. Von Andalusit konnte die pyrometamorphe Umwandlung einerseits, die hydrochemische andererseits von Anfang bis zu Ende in allen Stadien verfolgt werden. Auch Korund kann sich in Basalt auf Rissen in eingeschlossenem Quarz bilden, ist überhaupt, wie Sillimanit, eine außerordentlich häufige Neubildung, kommt aber auch als ursprünglicher Bestandteil von Tiefengesteinen vor. Ein häufiger Begleiter von Korund ist Spinell, nach chemischer Zusammensetzung ein dem Hercynit nahestehender Eisenspinell. Von Quarz, Tridymit und Cristobalit werden zunächst Angaben über die Umwandlungspunkte gemacht; unmittelbarer Übergang von Quarz in Tridymit oder Cristobalit wurde keinmal festgestellt; in Basalt eingeschlossener Quarz wird durch Opal verdrängt. — Es folgen:

Alkali- und Kalk-Tonerdesilikate ohne Nebensäuren. — Solche mit Nebensäuren. — Nebengemengteile der alkalisyenitischen Gesteine. — Alkali- und Kalk-, Magnesia-Eisen-Tonerdesilikate. — Kalk- und Magnesia-Eisensilikate. — Die Mineralien der Gruppen Fe—S, Fe- und Mg—Cr—, Ti—O. — Einzelne, z. T. versprengte Elemente und Sulfide. — Postvulkanische Bildungen. — Den Schluß bildet ein Abschnitt über die Kohlensäurequellen und ihre Absätze. —

Kurze Hinweise über „Geschichtliches“ sind da angegeben, wo etwas Besonderes darüber zu sagen ist; das Literaturverzeichnis umfaßt 18 Druckseiten; dabei mußten mit Rücksicht auf den Raum die Hinweise auf Beschreibungen der einzelnen Vulkanberge, technische Verwendung u. dgl. gestrichen werden. Ein Ortsverzeichnis gibt über die Lage der Fundstellen Auskunft und über das jeweils anstehende Gestein.

Zur Erläuterung des Vorkommens und der Umbildung der Mineralien dienen die auf 40 Tafeln zusammengestellten 160 Mikrophotographien; ihr Inhalt wird in beigegebenen Erläuterungen kurz beschrieben, während in der Einleitung eine „Übersicht über die wichtigsten Gesteinsgruppen in den Niederrheinischen Vulkangebieten, ihr mutmaßliches gegenseitiges Alter, ihre Umbildungen und deren Zeitfolge“ vorausgeschickt wird. Hier werden die verschiedenen Metamorphosen, die die Gesteine und damit die Mineralien im Laufe der geologischen Zeiten erlitten haben, skizziert und zeitlich nach Möglichkeit festgelegt. Viele der Auswürflinge, aber auch der Einschlüsse, sind in hohem Grade polymetamorphe Gesteine.

Die Porträts von Karl Wilhelm Nose, Gerhard vom Rath und Theodor Wolf sollen die Erinnerung an die um die Erforschung der Mineralien des Gebietes ganz besonders verdienten Männer wach halten. **R. Brauns.**

Edgar Dacqué: Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Teil I u. II. Borntraeger-Berlin 1921. 777 p. 345 Abb.

Die paläobiologische Methode, d. h. die Zusammenschau gleichartiger Lebensfunktionen und Lebenserscheinungen aller Art, ohne Rücksicht auf genetische Einheiten, von Abel erstmals systematisch auf die Wirbeltiere, dann auch auf Dibranchiaten angewandt, findet sich in dem stattlichen, inhaltsreichen Werke auf die Gesamtheit der Invertebraten, einen in dieser Hinsicht ganz wesentlich spröderen Stoff, übertragen. Unmöglich ist es, von dem Umfange des verarbeiteten Materials und der behandelten Probleme in einer Besprechung auch nur annähernde Vorstellung zu geben.

In seiner besinnlichen Art geht Verf. auch in seiner neuesten Schöpfung überall auf die tiefsten Grundmauern des wissenschaftlichen Gebäudes zurück. Ausbau und Klarheit der Forschungsmethode gilt ihm mit Recht mehr als Ergebnisse, die doch zu allen Zeiten der überwiegenden Mehrzahl nach nur Restvorstellungen sein können. Man könnte das Buch eine „Philosophische Paläontologie“ nennen, für die man nur dankbar sein kann. Tiefer und tiefer schürfend werden alle Probleme bis an die äußersten Grenzen verfolgt. Nur allzuviele weichen aus ins Metaphysische.

Darüber wird aber an keiner Stelle das Gegenständliche vernachlässigt. Im Gegenteil, was an eigenen und fremden Erkenntnissen und Beobachtungen zusammengetragen wird, ist in hohem Maße bewundernswert. Auch das Inhaltsverzeichnis gäbe nur schwachen Abglanz des tatsächlich Gebotenen. Es ist nur selbstverständlich, daß es für regste Diskussion an Anknüpfungspunkten wimmelt, mancher Einwand und Widerspruch in Einzelheiten wach wird. Die Hochschätzung für die Gabe kann das ganz gewiß nicht beeinträchtigen.

An der Stoffanordnung fällt auf, daß die Methodologie der paläontologischen Systematik, die gewiß mit dem Stoffe innige Berührung besitzt, etwas unorganisch mitten eingestreut erscheint. Wiederholungen überhaupt zu vermeiden, mochte nicht wohl angehen, jedoch drängen sie sich in den breitgesponnenen Darlegungen oft gar zu sehr dem Leser auf. Doch das sind Äußerlichkeiten, die schon durch die sehr gediegene Ausstattung mit bildlichen Erläuterungen wettgemacht werden.

Soll statt jedes unrettbar zur Unzulänglichkeit verdammten Eingehens auf den geistigen Gehalt ein gewisser Grundton angegeben werden, so ließe er sich etwa in der Überzeugung finden, daß die Organismen sich weit mehr durch innere eigene Gesetze, als in Gefügigkeit gegen die Umwandlungen der Außenwelt verändern. Diesem Kern des Wesens alles Lebendigen wird auf das eifrigste von immer neuen Seiten her nachgespürt.

Aber noch ein andres stellt sich dabei am Wege ein: Die Art, Lebewesen untereinander genetisch zu verknüpfen, das Streben nach dem „Natürlichen System" heischt gebieterisch Prüfung. Sie wird, nur mehr peripherisch dem Untersuchungsgebiete zugehörig, im Schlußkapitel versucht. Gerade hierin erweist sich das Werk als echtestes Kind der Zeit. Seit langem ist eine starke Krisis unserer Systematik und Entwicklungslehre in der Paläontologie erkennbar, ja sie ist in letzter Zeit drohend geworden. Hier wird der Finger auf manche Wunde gelegt und kühn eine völlige Abkehr von beschrittenen Bahnen vorbereitet, wenn auch vielleicht noch nicht eingeleitet. Die kritische Denkweise erringt hier hohe Verdienste: ein gewisser resignierender Skeptizismus mag vielleicht auch bei dieser Gelegenheit nicht jedermann befriedigen.

Zu hoffen ist, daß die lebendige Art, Lebensspuren zu betrachten, in der Paläontologie nun für alle Zeit und in ihrem ganzen Umfange verankert ist, auch dem Unterrichte neue starke Impulse zufließen werden. In der deutschen paläontologischen Literatur ist dem Werke ein Ehrenplatz gewiß. **E. Hennig.**

Personalia.

Angenommen: a.o. Professor Dr. **Rudolf Groß** in Hamburg einen Ruf als ordentl. Professor der Mineralogie und Petrographie an die Universität Greifswald als Nachfolger von Prof. Nacken.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Halbopal, Natrolith und Heulandit im Basalt von Weitendorf (Steiermark).

Von **Al. Sigmund** in Graz.

An der Südspitze der dreieckigen postpliocänen[1] Schotterdecke, die sich im Becken von Graz zwischen der Mur und der Kainach ausdehnt, taucht bei Weitendorf nächst Wildon eine isolierte, niedrige Basaltkuppe empor. Der Basalt wurde schon im Jahre 1897 vom Verfasser beschrieben[2]; das Gestein besteht im wesentlichen aus Labradorit, neben dem der Augit, Olivin, die Erze und eine intersertale Basis stark zurücktreten. H. Leitmeier veröffentlichte später in einer Arbeit über diesen Basalt auch die Ergebnisse einer neuen Analyse und seiner beachtenswerten Studie über die seit langem bekannten Minerale in den Hohlräumen[3].

Die westliche Hälfte des über der Sohle des Kainachtales herausragenden Kuppenteiles ist durch Steinbrucharbeit bereits abgetragen, so daß noch etwa drei Viertel der ursprünglichen Kuppe erhalten sind. An der Stirnwand des Steinbruches erscheint der Basalt durch senkrecht und quer verlaufende unregelmäßige Klüfte in aufrechte, bei 1 m dicke, gegliederte Säulen gesondert. Zur Sicherung der Arbeiter wurde in den letzten Jahren ein Teil der hangenden Lehm- und Schotterdecke entfernt, so daß hier die Oberfläche der Kuppe zum Vorschein kam: sie ist rundhöckerig, jeder Höcker stellt das obere Ende einer Basaltsäule dar.

Im Vorjahre wurde von Herrn med. Dr. G. Klos in Hengsberg, einem Sammler von Weitendorfer Mineralen, an der Südflanke und am Scheitel des bloßgelegten Kuppenteils ein von

[1] Nach A. Winkler, Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliocäns. Jahrb. d. geol. Staatsanstalt in Wien. 1921. 71. 27.

[2] A. Sigmund, Der Feldspatbasalt bei Weitendorf. T. M. u. P. M. 1897. XVII. 535—543.

[3] H. Leitmeier, Der Basalt von Weitendorf in Steiermark und die Mineralien seiner Hohlräume. N. Jahrb. f. Min. etc. 1909. Beil.-Bd. XXVII. 219—260.

Weitendorf bisher noch nicht bekanntes Mineral, ein Halbopal, angetroffen. Dieser bildet dort teils selbständig, teils gemengt mit eckigen Bruchstücken eines graulichweißen, feinkörnigen, glimmerhaltigen Sandsteins[1] mit tonigem Bindemittel, als Opalbreccie, eine etwa handbreite gangförmige Ausfüllung der Klüfte zwischen den Säulen. Er ist verschiedenfarbig: zumeist milchweiß, dann manchmal orangegelb gebändert, ferner leberbraun, endlich graulichgrün mit dunklen Flecken. Der Milchopal ist die reinste Abart, schließt aber auch zerstreute Teilchen doppelbrechender Substanzen, aber keinen Tridymit ein; das Pigment der gelben Bänder ist dilut[2]. Seltene, kleine Hohlräume desselben sind mit stecknadelkopfgroßen Chalcedonsphärolithen ausgekleidet. Sein Wassergehalt beträgt 6%. D. = 2,02. Der leberbraune oder Jaspopal umschließt oft schaleuförmig Kerne von Milchopal. Die grüne Abart ist, wie Dünnschliffe u. d. M. zeigen, aus verschieden großen, teils farblosen, teils gelblichgrünen oder apfelgrünen Opalkörnchen zusammengesetzt, die nicht allein von feinsten Chalcedonhäutchen überzogen, sondern auch durch Chalcedon verbunden sind. c der Chalcedonfasern = c. Wassergehalt = 6 %. D. = 1,88. Zahlreiche rotbraune Körncheu, hie und da auch eine Feldspatleiste liegen in diesem Opal-Chalcedon-Gemenge zerstreut.

Woher stammt nun dieser Halbopal?

An eine Einsickerung des Kieselgels aus dem Hangenden ist kaum zu denken. Aber auch die zunächst liegende Annahme einer Entstehung durch Lateralsekretion an der Fundstätte selbst erweist sich nach näherer Prüfung der Umstände als nicht stichhaltig. Wäre die Bildung auf diesem Wege erfolgt, dann müßte der Basalt an den Berührungsflächen mit dem Opal stark zersetzt, aufgelockert, löcherig sein. Tatsächlich ist jedoch hier der Basalt zwar verwittert, aber kompakt. Er ist gelblichgrau, an Bruchflächen finden sich Flecken von Limonit, dem Endprodukte der Zersetzung des Olivins, etwas tonig, braust nirgends mehr mit Säure, da die vorher entstandenen Carbonate offenbar schon wieder durch kohlensäurehaltiges Wasser gelöst und fortgeführt wurden; D. = 2,36. Dünnschliffe daraus zeigen, daß die basischen Kerne der zonar gebauten Plagioklase trübe, die sauren, rahmenförmigen Hüllen aber noch frisch sind, demgemäß den Verlust der gewöhnlichen Zwillingsstreifung; die Olivine enthalten nur mehr kleine Reste von Serpentin, der Augit ist in Chlorit umgewandelt, die Erze sind großenteils, die Basis ganz erhalten. Der graulichschwarze, scheinbar frische Basalt von der Oberfläche der Südflanke in der Nähe der

[1] möglicherweise den Grunder Schichten angehörig; wenigstens petrographisch ident mit dem Sandstein dieses Horizontes.

[2] Es rührt aber nicht wie beim gleichfarbigen Forcherit von Schwefelarsen her.

opalhaltigen Kluft zeigt i. D. die erste Umwandlungsstufe, jene des Olivins in Serpentin und Magnesit; deswegen braust das Gestein überall schwach mit Salzsäure; die Feldspate sind noch völlig frisch; die Dichte = 2,6, jene des Basalts in der Opalspalte demnach um 0,24 geringer. Wenn daher die Lösbarkeit des Basalts, insbesondere die der Kieselsäure in den Gemengteilen, wie dies H. Leitmeier auch durch vier am Weitendorfer Basalt angestellte Versuche erwiesen hat (l. c. 234 ff.), außer Frage steht, so ist sie doch eine so geringe (0,25 %), daß eine Bildung eines relativ so beträchtlichen Opalganges aus der Kieselsäure der Gemengteile in den Spaltenwänden ausgeschlossen ist. Zudem wäre es nicht erklärbar, warum nicht auch in anderen Teilen der Kuppe, zumal an der Nordflanke, wo die Zersetzung des Basalts auf einem größeren Areal am weitesten fortgeschritten ist, Opalbildung stattgefunden haben sollte. Der Halbopal, den man bisher nur an den zwei oben angegebenen Punkten der seit Jahrzehnten abgebauten und fortwährend neue Aufschlüsse liefernden Basaltmasse angetroffen hat, dürfte eher exogener Natur und der auf die Mündungen weniger Spalten beschränkte und durch rasche Abkühlung bedingte Absatz kieselhaltiger Thermalwässer sein, die nach der Eruption des Basaltmagmas erschienen und empordrangen. Der Chalcedon, der sich in den durch Schrumpfung der kolloiden Kieselsäure hervorgerufenen kleinen Hohlräumen und im Netz größerer anastomosierender teils als Überzug von Körnern, teils als deren Kitt im grünen Halbopal vorfindet, ist wahrscheinlich durch Kristallisation später eingedrungener, langsamer abkühlender Kieselsäure entstanden.

Von den Mineralen, die der Basalt selbst in stellenweise zahlreichen Mandelräumen, verzweigten Hohlräumen und in den Rissen birgt, sind bisher Chalcedon, Aragonit, Quarz und Calcit, ferner Delessit und Pyrit bekannt. Wie oben erwähnt, hat H. Leitmeier über diese Einschlüsse, insbesondere deren Bildungsweise in seiner Abhandlung eingehend berichtet (l. c. 231 ff.). Das Vorkommen von Natrolith wurde zwar vermutet, doch gingen die bezügliche Stufe und ein Präparat noch vor dem Abschlusse der Untersuchung in Verlust. Erst in letzter Zeit wurden zwei Basaltstücke mit annähernd linsenförmigen, etwa 2 cm hohen Hohlräumen gewonnen, wo jener Zeolith in dem einen in weißen, seidenglänzenden, 2 mm langen, zerstreuten Büscheln nadelförmiger Kristalle auf Aragonitsäulchen, im anderen als plüschartiger Überzug auf einer Kalkspat-Chalcedon-Unterlage aufgewachsen ist[1]. Die zu Hunderten in pinselförmigen Gruppen vereinigten farblosen Nadeln löschen i. p. p. L. gerade aus und in ihrer Vertikalachse liegt c: ihre Lichtbrechung ist geringer als die des Kanadabalsams. Sie sind in Salzsäure

[1] Die Stücke befinden sich jetzt in der mineral. Abt. des st. Landesmuseums in Graz.

unter Abscheidung von Kieselgallerte löslich, aus der sich nach Zusatz von Schwefelsäure ziemlich viel Gips absondert; es liegt also wahrscheinlich eine Mischung von Natrolith- und Skolezitsubstanz vor, die dem Galaktit entsprechen dürfte.

Im weiteren konnte an einem von Herrn Dr. Klos ins steirische Landesmuseum überbrachten Stück aus dem Basaltbruch bei Weitendorf das Vorkommen noch eines zweiten Zeoliths, eines Heulandits, festgestellt werden. Viele Hunderte von $\frac{1}{4}$ mm großen, wasserklaren, glasglänzenden, tafelförmigen Kristallen dieses Zeoliths finden sich in einem unregelmäßigen Hohlraum des Basaltes; sie sind einer grünlichschwarzen, papierdünnen, chloritischen Schicht aufgewachsen, die diesen Hohlraum auskleidet und ihrerseits kleintraubigen, mit zahlreichen bis 1 cm langen Stalaktiten besetzten Chalcedon überzieht. Die scharf ausgeprägten Kristalle zeigen — nach Dana's Aufstellung — die Formen b (010), c (001), m (110), t (201) und s ($\bar{2}$01) und sind jenen von Jones' Falls bei Baltimore ähnlich, nur wiegt b über c, und m über t und s vor. Die Kristalle sind teils einfach, meist aber nach (010) zu parallelen Aggregaten verwachsen. Aus (010) mit ihrem eigenen Perlmutterglanz tritt die positive Mittellinie aus; die A.E. schließt mit (001) einen Winkel von 6^0 ein. Durch HCl werden die Kristalle unter Abscheidung schleimiger Kieselsäure zersetzt; neben dieser liegen hie und da Würfel, die auf einen Gehalt an Alkalien hinweisen. In demselben Hohlraum finden sich auch, den Stalaktiten aufgewachsen, vereinzelte weiße, seidenglänzende Natrolithbüschel, gleich den schon bekannten, die auf Aragonitsäulchen sitzen. Wie der Natrolith ist auch der Heulandit die jüngste Bildung im Hohlraum und dürfte aus den zersetzten Plagioklasen des Basaltes entstanden sein.

In den tieferen Teilen der Kuppe kamen ebenfalls in letzter Zeit mehrere bis kopfgroße Einschlüsse eines hellgrauen, körnigen, eisenhaltigen dolomitischen Kalksteins zum Vorschein, der peripherisch nach Verdrängung der Kohlensäure durch eingewanderte Opalsubstanz in einen dichten Kieseldolomit mit flachmuscheligem Bruch und der Härte = 6,5 umgewandelt ist. Der Übergang ist gut verfolgbar. Es sind wohl Bruchstücke von Gesteinen der am Westrand des Grazer Beckens versunkenen paläozoischen Schichten, die bei der Eruption des Basaltes emporgerissen und eingehüllt wurden.

Augitbiotitsyenit von Gröba in Sachsen.

Von **Peter Tschirwinsky** in Novotscherkassk.

Meine Notiz hat den Hauptzweck, eine quantitative mineralogische Charakteristik des sonst gut bekannten Syenitvorkommens in Gröba zu liefern. Ich muß aber auch eine Beschreibung allgemeinen Charakters speziell über meine Dünnschliffe vorausschicken. Das Stück wurde von Krantz bezogen (No. 38 seiner Sammlung nach H. Rosenbusch). Die Stufe ist mittelkörnig und sehr frisch. Der zonal gebaute Orthoklas zeigt gelegentlich eine porphyrische Struktur an. In ihm wurden folgende Mineralien als spärliche, regellos angeordnete Einschlüsse gefunden: Augit, Plagioklas, Biotit, Magnetit, Apatit, Quarz in der Form von myrmekitischen Verwachsungen und nicht näher bestimmbare Nädelchen. Karlsbader Zwillinge trifft man öfters. Das ist der normale, optisch negative Orthoklas. Er hat sich gut erhalten und ist dem Sanidin ähnlich. Ist auf der Grenze zwischen Orthoklas und Plagioklas Myrmekit vorhanden, so ist es Plagioklas-Quarzmyrmekit, der mit seiner konvexen Seite zu Orthoklas gerichtet ist. Diesen Fall erkennt Prof. Becke nur als einzig möglichen an, was aber mit meinen Beobachtungen nicht ganz übereinstimmt. In einigen Fällen haftet Myrmekit, der nach Orthoklas hin gewachsen ist, an Augit, Biotit oder Magnetit. Einmal habe ich ein Bändchen von Myrmekit zwischen zwei Orthoklaskristallen beobachtet, in einem anderen Fall war er zwischen Plagioklaskristallen eingeklemmt. Überhaupt kann Myrmekit in unserem Gestein mit verschiedenen Mineralien in Kontakt stehen, nämlich mit Feldspäten, Pyroxen, Biotit, Magnetit und Quarz. An einer Stelle habe ich eine myrmekitähnliche Verwachsung anderer Mineralien beobachtet: nämlich von Plagioklas und Orthoklas mit Biotit einerseits, und von gewöhnlichem Myrmekit mit Biotit andererseits. Was den Plagioklas betrifft, so sind seine Kristalle kleiner als diejenigen des Orthoklases und müssen zu Labrador gerechnet werden:

1. $\perp$ P M (a) $+ 26^0$;
2. maximale symmetrische Auslöschung (Zone $\perp$ 010) $+ 28^0$ etc.

Zwillinge nach dem Albit-, Karlsbader und Manebacher Gesetz. Die Kristalle sind manchmal schwach gebogen. Einschlüsse sind spärlich vorhanden. Es sind unregelmäßige Inseln von Orthoklas (antiperthitische Bildungen), Augit, Biotit, Magnetit und Apatit. Einige Kristalle sind arm an Antiperthit, andere dagegen enthalten ihn in größeren Mengen. Die Verteilung der Inseln ist meist regellos. In einigen Fällen drängen sie sich mehr an zentrale

Teile der Kristalle. Folgende Messungen habe ich an einzelnen Plagioklaskristallen angestellt[1]:

1. Ziemlich großer Kristall. Albitlamellen nach dem Albitgesetz sind gut sichtbar.

Labrador 92,48. Orthoklas 7,52.

2. Zweiter Kristall in demselben Schliffe:

Labrador 95,48. Orthoklas 4,52.

3. Dritter Kristall. Die Zwillingslamellen sind nicht sichtbar (der Schnitt ist parallel M):

Labrador 87,65. Orthoklas 12,35.

4. Vierter Kristall. Albitlamellierung tritt gut hervor. Antiperthit ist im mittleren Teil des Kristalls vorhanden. Die Messung geschah über den ganzen Schnitt des Plagioklaskristalls:

Labrador 94,00. Orthoklas 6,00.

5. Fünfter Kristall:

Labrador 93.55. Orthoklas 6.45.

6. Sechster Kristall. Die Zwillingslamellierung tritt scharf hervor.

Labrador 92,02. Orthoklas 7,98.

Der Pyroxen bildet meist Körner mit merklichem Pleochroismus: die Farbe wechselt von schwach grünlich bis rötlich (violett). Zwillinge nach (100) sind ziemlich verbreitet. Einschlüsse und Einwachsungen in Pyroxen bestehen hauptsächlich aus Biotit und Magnetit. Unregelmäßige Biotitfetzen zeigen Einwachsungen und Einschlüsse von Plagioklas, Pyroxen, Magnetit und Apatit. In geringer Menge wird jener Pyroxen (Diopsid nach Rosenbusch) von rhombischem Pyroxen (Hypersthen) begleitet. Die Erzmineralien sind meist unregelmäßige Magnetitkörner oder sehr selten Pyrit. Hie und da ist als letztes Produkt der Kristallisation Quarz ausgeschieden.

Nach Rosenbusch ist der Syenit aus Gröba als ein besonderer Typus — Gröba-Typus oder Diopsid-Syenit — zu betrachten. Deshalb ist es besonders interessant, ihn allseitig zu charakterisieren[2]. Die Messungen nach Rosiwal wurden von mir an drei Dünnschliffen angestellt. Sie sind unter folgenden Winkeln zueinander ausgeschnitten:

$$a/b = 87°, \quad b/c = 93°. \quad b/c = 82°.$$

---

[1] Die Messungen wurden nach der Methode von Rosiwal mit dem Hirschwald'schen Okular ausgeführt. Die Vergrößerung war = 140. Die Verschiebung der beweglichen Skala wurde gewählt gleich 0,02 mm. Die Werte sind volumetrisch ausgedrückt.

[2] Es sei vermerkt, daß in der Literatur schon eine chemische Analyse dieses Syenits und des Biotits, der von ihm isoliert wurde, bekannt ist.

Dünnschliff a. Gesamtoberfläche von etwa 3,4 qcm. Die Mittelwerte (von je 8 Messungen) sind für je 4 qmm in Tabelle I (p. 296) zusammengestellt.

Dünnschliff b. Gesamtoberfläche des Schliffes ca. 2,4 qcm. Mittlere Werte (von je 8 Messungen) für je 4 qmm (vgl. Tabelle II p. 297).

Dünnschliff c. Totaloberfläche ca. 2,2 qcm. Mittlere Werte (von je 8 Messungen) für je 4 qmm (vgl. Tabelle III p. 298).

Im Mittel haben wir aus drei Dünnschliffen in Vol.-%:

	I.		II.[1]	
Plagioklas	58,54	74,27	58,84	74,57
Orthoklas	15,73		15,73	
Pyroxen	12,22		12,22	
Biotit	9,55		9,55	
Quarz	0,44		0,73	
Magnetit	2,74		2,74	
Pyrit	0,04		0,04	
Apatit	0,15		0,15	
Myrmekit	0,59		—	
	100,00		100,00	

Um den Gehalt an Mineralien in Gew.-% zu haben, muß man folgende Gleichung lösen:

$$0{,}5884 \cdot 2{,}69 + 0{,}1573 \cdot 2{,}59 + 0{,}1222 \cdot 3{,}4 + 0{,}0955 \cdot 3{,}1 + 0{,}0073 \cdot 2{,}65 + 0{,}0274 \cdot 5{,}2 + 0{,}0004 \cdot 5{,}00 + 0{,}0015 \cdot 3{,}15 = 2{,}870283\,[2].$$

Hieraus erhält man (Gew.-%):

Plagioklas	55,15	69,34
Orthoklas	14,19	
Pyroxen	14,48	
Biotit	10,31	
Quarz	0,67	
Magnetit	4,96	
Pyrit	0,07	
Apatit	0,17	
	100,00	

Novotscherkassk, Juli 1921.

Institut für angew. Geologie und Mineralogie
des Donschen Polytechnikums.

[1] Hier ist Myrmekit auf Plagioklas und Quarz umgerechnet: bei starker Vergrößerung habe ich die Zusammensetzung des Myrmekits zu 65,65 % Plagioklas und 34,35 % Quarz gefunden.

[2] Das muß das berechnete spezifische Gewicht des Gesteins sein. Eine direkte Bestimmung auf hydrostatischem Wege (Einwage 14,9490) ergab 2.905 bei 22° C.

Tabelle I.

No.	Plagioklas	Orthoklas-Antiperthit	Pyroxene	Biotit	Quarz	Magnetit	Pyrit	Apatit	Myrmekit
1	69,11	1,63	23.88	2,00	1,63	1,75	—	—	—
2	52,36	—	22.25	17,63	0,88	6,88	—	—	—
3	93,49	1,25	1,00	3,63	—	0,38	—	0,25	—
4	81,49	2,38	2,75	12,63	—	0,75	—	—	—
5	66,98	1,88	6,00	22,13	2,63	0,38	—	—	—
6	58,73	16,50	7,88	11,00	—	1,75	0,38	1,13	2,63
7	68,36	7,38	11,88	9,38	0,50	2,25	—	—	0,25
8	93,49	—	0,38	6,13	—	—	—	—	—
9	62,23	4,38	17.13	10,87	0,63	4,38	—	—	0,38
10	76,11	—	11,63	7,63	4,00	0,63	—	—	—
11	65,11	—	20,63	6,88	5,38	1,75	—	0,25	—
12	46,86	2,25	27,13	18,13	0,50	3,63	1,50	—	—
13	27,24	9,88	46,50	14,00	—	2,00	—	—	0,38
14	82,50	1,50	9,25	3,00	—	3,75	—	—	—
15	97,49	—	0,38	—	—	2,13	—	—	—
16	93,99	—	3,13	1,25	—	1,63	—	—	—
17	77,36	—	7,88	11,00	1,13	2,13	—	0,50	—
18	76,62	0,63	13,50	5,00	—	3,50	—	0,75	—
19	78,24	4,00	9,63	2,25	3,38	1,75	—	0,75	—
20	62,61	3,25	23,75	4,63	0,63	5,13	—	—	—
21	72,62	6,88	—	19,00	—	1,25	—	0,25	—
22	22,61	68,88	4,50	1,88	—	1,88	—	0,25	—
23	2,87	94,50	2,25	—	—	0,38	—	—	—
24	28,61	50,38	13,75	5,38	—	1,88	—	—	—
25	70,86	4,38	19,38	4,38	0,50	0,50	—	—	—
26	70,11	5,50	10,13	10,13	1,00	2,13	—	0,25	0,75
27	29,99	9,00	38,75	13,75	0,63	6,75	—	—	1,13
28	50,86	5,38	6,88	27,75	2,50	5,00	—	0,38	1,25
29	84,24	—	4,88	8,25	0,50	2,13	—	—	—
30	75,85	14,13	3,38	3,00	0,63	1,88	—	—	1,13
31	58,47	2,13	7,63	24,38	0,50	5,13	—	0,38	1,38
32	37,11	3,63	22,75	28,88	—	6,50	—	0,50	0,63
Mittel	63,58	10,05	12,53	9,87	0,86	2,56	0,06	0,18	0,31

Tabelle II.

No.	Plagioklas	Orthoklas-Antiperthit	Pyroxene	Biotit	Quarz	Magnetit	Pyrit	Apatit	Myrmekit
1	88,61	—	7,63	0,88	0,38	1,75	—	—	0,75
2	66,99	—	22,50	2,75	0,63	7,13	—	—	—
3	68,87	—	12,75	16,25	—	2,13	—	—	—
4	76,50	—	—	23,00	—	0,25	—	0,25	—
5	53,85	7,88	21,00	7,63	—	8,63	—	0,38	0,63
6	30,62	34,50	9,25	15,38	—	2,75	—	—	7,50
7	3,61	88,75	1,38	4,00	—	0,88	—	—	1,38
8	59,35	17,13	8,38	12,38	0,63	1,25	—	0,25	0,63
9	60,74	10,88	13,25	11,13	—	3,00	—	—	1,00
10	43,74	3,88	35,25	7,13	—	10,00	—	—	—
11	69,12	6,75	11,00	6,50	0,25	5,25	—	—	1,13
12	78,36	3,13	14,88	0,50	—	2,50	—	—	0,63
13	91,48	5,38	1,00	0,88	0,38	—	—	0,25	0,63
14	53,36	37,13	2,38	3,25	0,25	3,63	—	—	—
15	5,75	92,25	—	—	—	—	—	—	2,00
16	55,24	9,00	15,75	15,88	—	2,63	—	—	1,50
17	1,86	93,00	2,38	—	—	1,63	—	—	1,13
18	6,00	94,00	—	—	—	—	—	—	—
19	1,37	98,38	0,25	—	—	—	—	—	—
20	25,75	70,50	3,75	—	—	—	—	—	—
21	59,35	13,88	3,88	19,38	0,63	1,38	—	—	1,50
22	29,48	45,63	7,75	12,63	1,25	1,38	—	0,38	1,50
23	65,11	—	5,38	27,38	—	1,13	1,00	—	—
Mittel	47,61	31,83	8,69	8,13	0,19	2,49	0,04	0,07	0,95

Tabelle III.

No.	Plagioklas	Orthoklas-Antiperthit	Pyroxene	Biotit	Quarz	Magnetit	Pyrit	Apatit	Myrmekit
1	66,98	7,63	7,38	7,75	5,63	3,00	—	0,75	0,88
2	68,36	0,38	21,25	6,38	1,00	1,50	—	0,38	0,75
3	53,99	1,00	32,38	4,50	—	7,63	0,50	—	—
4	74,36	4,75	14,63	4,38	—	3,25	0,25	—	1,38
5	70,12	2,13	21,75	4,00	—	2,00	—	—	—
6	63,24	—	26,75	8,13	—	1,88	—	—	—
7	58,49	10,63	8,25	18,25	—	3,63	—	0,50	0,25
8	64,37	4,50	22,00	7,00	—	2,13	—	—	—
9	61,48	17,13	13,50	1,88	—	5,38	—	0,63	—
10	62,49	0,88	23,50	10,50	—	2,63	—	—	—
11	62,11	5,38	22,00	6,13	—	4,13	—	0,25	—
12	75,86	1,63	18,88	2,00	—	1,63	—	—	—
13	82,49	—	5,25	11,88	—	0,38	—	—	—
14	85,50	—	9,00	4,00	—	1,50	—	—	—
15	69,49	2,63	20,25	4,25	—	2,88	—	—	0,50
16	45,24	2,38	36,00	11,00	—	5,38	—	—	—
17	53,61	6,63	17,25	14,63	—	6,00	—	0,25	1,63
18	53,99	7,63	14,00	22,25	—	0,75	—	0,38	1,00
19	69,86	2,88	1,63	24,00	—	1,38	—	—	0,25
20	67,24	7,50	12,13	10,00	—	3,00	—	0,13	—
21	78,37	—	11,50	6,50	1,50	2,13	—	—	—
22	68,62	—	20,75	8,50	—	1,63	—	0,50	—
23	66,61	3,63	16,00	10,63	—	2,63	—	0,25	0,25
24	38,86	35,13	5,63	12,00	—	4,88	—	0,75	2,75
25	71,23	0,38	10,38	14,63	—	2,75	—	0,50	0,13
26	79,11	1,63	3,88	10,00	—	4,50	—	0,50	0,38
27	51,00	4,75	15,25	27,25	—	1,75	—	—	—
28	68,36	4,13	9,75	12,25	—	4,63	—	0,25	0,63
29	64,74	18,75	3,75	7,88	—	0,75	—	0,38	3,75
30	36,87	5,25	18,25	29,75	—	9,00	—	—	0,88
Mittel	64,44	5,31	15,43	10,64	0,27	3,16	0,03	0,21	0,51

Fossile kalkbohrende Algen (Chaetophorites gomontoides) in Liaskalken.

Von **Otto Pratje** in Freiburg i. B.

Mit 3 Textfiguren.

Bei den Untersuchungen, die ich im Geologischen Institut der Universität Freiburg i. B. über die verschiedenartigen Bohrgänge in den Liasfossilien Oberbadens machte, wurde ich von Herrn Prof. Deecke darauf aufmerksam gemacht, daß neben Schwämmen, Muscheln, Würmern und Bryozoen auch bohrende Algen zu berücksichtigen seien. Die Durchsicht der Dünnschliffe von Liaskalken, die zum größten Teil aus Schalenbruchstücken von Lamellibranchiaten, Gastropoden, Brachiopoden, Echinodermen und Cephalopoden aufgebaut sind, ergab, daß sich in einigen nicht sehr häufigen Schalenresten feine Bohrgänge finden, die aller Wahrscheinlichkeit nach auf Algen zurückzuführen sind.

Cayeux [1] erwähnt sie schon aus einigen Eisenoolithen Frankreichs, aber während er sie nie in Echinodermenresten beobachten konnte, kommen bei uns vereinzelt dichte Algenrasen auch darin vor, und zwar stets in solchen Kalken, in denen zahlreiche Schalen angefressen sind.

Die Gänge werden dadurch gut sichtbar, daß sie entweder mit einem dünnen Eisenhydroxyd-Häutchen ausgekleidet sind oder eine Menge kleiner Kalkspatkriställchen enthalten, die in ihrer Gesamtheit durch das körnige Aussehen fast das Vorhandensein der Algenzellen vortäuschen. Organisches Gewebe ist aber anscheinend nicht mehr vorhanden.

Eine größere Zahl von Dünnschliffen zeigte immer das gleiche Bild, soweit überhaupt einige befallene Schalen vorhanden waren. Von außen dringt ein Faden ein, der sich dicht unter der Oberfläche $\pm$ parallel mit dieser verzweigt. Die einzelnen Aststücke sind gerade oder biegen nach der Schalenmitte zu aus. An ihnen finden sich bisweilen kugelförmige Anschwellungen (Fig. 1), wie Bornet [2] sie bei dem rezenten *Lithopythium* abbildet. An anderen kommen ganz kurze Zweige zur Ausbildung, die an ihrem Ende größere birnenförmige bis kugelrunde Verdickungen tragen und damit an die rezente *Gomontia polyrhiza* Born. et Fl. oder, wenn sie nur wenig über die Dicke der Fäden hinausgehen, an *Mastigocoleus*

[1] L. Cayeux, Existence de nombreuses traces d'Algues perforantes dans les minerais de fer oolithique de France. Compt. rend. 1914. p. 1539.

[2] Bornet et Flahault, Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des mollusques. Bull. d. l. Soc. bot. de France. XXXVI. 1889.

erinnern. Allem Anschein nach haben wir es hier, wenigstens zum Teil, mit Sporangien zu tun oder richtiger mit den Hohlräumen ehemaliger Sporangien.

Von Zeit zu Zeit werden von den horizontalen Fäden Abzweigungen vertikal in die Schale hineingesandt; doch bleibt ihre

Fig. 1. Bohrende Algen mit Sporangien in einer Muschelschale. Lias α. Vergr. etwa 160 ×.

Fig. 2. Von bohrenden Algen stark befallene Muschelschale. Lias δ. Vergr. etwa 160 ×.

Zahl weit geringer als die der oberflächlichen Fäden. Man darf annehmen, daß die Schalen, die die Algenverbreitung nur dicht unter der Oberfläche zeigen, erst verhältnismäßig kürzlich von den Pflanzen befallen wurden, während diejenigen, bei denen ein tieferes Eindringen beobachtet wird, ein fortgeschritteneres Stadium darstellen (Fig. 2). Verwachsen die Algenfäden zu einem dichten Rasen, so wird der darüberliegende Teil der Schale derartig geschwächt, daß er ausbricht. Die Wucherung der Algen beginnt

gern an einer rauhen Stelle der Oberfläche, was sich deutlich an einem Belemniten des Lias δ zeigt, bei dem die Fäden meist von *Cliona*-Bohrlöchern ausgehen (Fig. 3).

Der Durchmesser der Algengänge schwankt zwischen 8 μ und 16 μ, und differiert bei der einzelnen Pflanze nur um 2—3 μ. Die heute lebenden bohrenden Algen wie *Gomontia, Hyella, Mastigocoleus* und andere haben eine Dicke von 4—12 μ.

Fig. 3. Belemnitensektor *(Bel. clavatus)* mit Clionenbohrloch und Algenbohrgängen. Lias δ. Vergr. etwa 160 .

Es ist wahrscheinlich, daß wie heutzutage verschiedene Gattungen vergesellschaftet vorkommen; nur ist im Gegensatz zu diesen eine Trennung nach anatomischen Merkmalen unmöglich, weil dazu die äußere Form nicht ausreicht. Deshalb möchte ich einen Namen vorschlagen, der zum Ausdruck bringt, daß es sich um einen Sammelbegriff handelt. Die beobachteten Gänge sind der rezenten *Gomontia* am ähnlichsten, und diese gehört mit den anzuschließenden Formen nach Oltmanns [1] zu den Chaetophoreae. Somit nenne ich sie

Chaetophorites gomontoides.

Es ist zu erwarten, daß sie nicht nur in den Lias-Schalen vorkommen, doch sind die Untersuchungen hierüber noch nicht abgeschlossen.

[1] F. Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904.

Uber die Armzahl der Belemniten.

Von **H. Prell** in Tübingen.

Mit 4 Textfiguren.

Die Frage nach der Zahl der Arme, welche die Belemniten besessen haben, ist in den letzten Jahren zu wiederholten Malen angeschnitten worden. Die verschiedenartige Beantwortung, welche sie gefunden hat, ist deshalb von besonderem Interesse, weil sie die Unterlage für Rekonstruktionen des Belemnitentieres zu bieten bestimmt war. Je nach den mehr oder weniger ausführlich begründeten Ansichten der beteiligten Forscher erscheint dementsprechend das rekonstruierte Belemnitentier mit überraschend verschiedener Armzahl begabt. Nebeneinander werden in der Literatur Habitusbilder von Belemniten mit 6 (Abel, Stromer v. Reichenbach), mit 8 (v. Martens, Owen, Pohlig) und mit 10 Armen (Huxley, Naef, d'Orbigny u. a.), sowie solche mit (d'Orbigny, Pohlig u. a.) und ohne Tentakeln (Abel, Huxley, Naef, Owen, Stromer u. a.) geboten. Eine treffliche Übersicht über die wichtigsten Ansichten unter Wiedergabe der zugehörigen Abbildungen findet sich in Abel's Paläobiologie der Cephalopoden.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, die wichtigsten Unterlagen, welche zu dieser Frage herangezogen werden können, zusammenzustellen, um auf Grund von diesen erneut zu der Frage der Belemnitenarme Stellung zu nehmen.

„I have not been able to make out more than six or seven arms in any specimen, nor has any exhibited traces of elongated tentacles, though the shortness of the arms which have been preserved would lead one to suspect their existence" (Huxley 1864). Dies ist, abgesehen von mancherlei rein theoretisch auf Grund des Vergleiches mit anderen Cephalopoden ausgesprochenen Vermutungen, wohl die erste tatsächliche Angabe über die Zahl der Arme bei den Belemniten, welche auf direkter Untersuchung mit Resten der Weichteile erhaltener Individuen beruht. Huxley selber scheint diesem objektiven Befunde keinen größeren Wert beigemessen zu haben, denn bei der Rekonstruktion des Belemnitentieres teilt er ihm zehn hakentragende Arme zu, entsprechend der Anzahl, wie sie von *Belemnoteuthis* damals schon bekannt geworden war.

Anders wird diese Feststellung der Armzahl bei Belemniten von Crick eingeschätzt. Er kommt zu dem Schlusse, es scheine „fairly safe to conclude that those *Belemnites*, of which any remains of the arms had been obtained, had only six *uncinated* arms" (Crick 1902). Er hält damit die von Huxley an den überlieferten Resten festgestellte Zahl der bewaffneten Arme für die tatsächlich richtige und glaubt nicht, daß von den ursprünglich vorhandenen bewehrten Armen etwa einige verloren gegangen sein könnten.

In einer späteren ausführlicheren Arbeit (Crick 1907) begründet er an reichem Materiale seine Anschauung und kommt zu dem Schlusse: (1) That in the Lower Liassic seas there existed a Cephalopod having six uncinated arms; (2) that this Cephalopod is the animal known as the Belemnite; (3) that the six uncinated arms were arranged in three pairs of unequal length, of which the longest pair was lateral, the medium-sized pair *probably* dorsal, and the shortest pair *probably* ventral; (4) that the presence of tentacular arms is doubtful" (p. 278/79).

Schon die erste Angabe von Crick wurde bald nach ihrer Veröffentlichung in mißverständlicher Form zitiert, nämlich: „in 1864 Huxley observed, that the Genus *Belemnites* appears to have born but six free arms, a startling discovery which lay dormant till the present year" (Howes 1902). Das ist in doppelter Richtung unzutreffend. Huxley hat zwar nicht mehr als 6—7 Arme gesehen, hielt aber, wie aus seiner Rekonstruktion hervorgeht, dies für eine Folge nachträglicher Verstümmelung eines eigentlich zehnteiligen Armkranzes. Crick anderseits hat sich über die Gesamtzahl der Arme seines Belemniten gar nicht geäußert, sondern, durch Kursivdruck besonders betont, nur von den hakentragenden Armen, und nicht von den vorhandenen Armen schlechthin gesprochen. In die objektiv richtige Angabe Crick's, daß nach den vorliegenden Resten die Belemnitenart, welche er untersuchte, nur drei Paare hakenbewehrter Arme besessen habe, war somit von Howes die neue Anschauung hineingetragen worden, daß die Belemniten überhaupt nur sechs Arme gehabt hätten.

Merkwürdigerweise nimmt Crick zu dieser Auslegung seiner ersten Angabe späterhin nicht Stellung. Anzuschließen scheint er sich ihr aber auch nicht, denn in seiner zweiten ausführlichen Arbeit spricht er überall dort, wo er die Zahl anführt, ausdrücklich von „uncinated arms". Er verläßt also in vorsichtiger Weise niemals den Boden, den ihm die unmittelbare Beobachtung geboten hatte. Ob man aus seinem Hinweggehen über diese Diskrepanz auf eine Zustimmung schließen darf, die nur als ungenügend fundiert nicht ausgesprochen wird, muß dahingestellt bleiben. Bemerkenswert ist auch, daß Crick in der zweiten Mitteilung die weniger scharf umrissene Angabe über das Vorkommen von sechs hakenbewehrten Armen bei den Belemniten, „of which any remains of the arms had been obtained", schärfer insofern präzisiert, als er jetzt nur noch von dem Belemniten des Unteren Lias spricht und sorgfältig vermeidet, von den Belemniten schlechthin zu reden. Schon der Titel seiner Arbeit läßt erkennen, daß dies kein Zufall ist, sondern eine beabsichtigte Einschränkung seines Ergebnisses auf einen gewissen Formenkreis oder eine einzelne Form bedeutet. Die gleiche Einschränkung soll auch für die vorliegende Erörterung im wesentlichen beibehalten bleiben.

Die bedeutungsvollen Untersuchungen von Crick hat nun jüngst Abel zum Ausgangspunkte weitgehender Untersuchungen gemacht. Er sagt darüber: „Fünf Jahre später hat G. C. Crick eine eingehende Darstellung der Frage nach der Armzahl der Belemniten veröffentlicht und überzeugend dargelegt, daß die Belemniten nur drei Armpaare besessen haben“ (p. 237). Und an anderer Stelle löst er die Crick'schen Ergebnisse in 6 Leitsätze auf: „I. Zahl der Arme bei den Belemniten: sechs. II. Bewaffnung der Arme: jeder Arm trägt zwei Reihen spitzer stark gekrümmter Haken, deren Enden bei den Liasformen proximal verdickt, bei den Oxfordienformen aber zugespitzt sind. III. Relative Länge der Arme im Verhältnis zum Körper: ungefähr ein Fünftel der Gesamtlänge des Körpers. IV. Relative Länge der Arme untereinander: mittleres Armpaar am längsten, ventrales am kürzesten. V. Tentakel: keine beobachtet“ (p. 208). Bei dem ersten, zweiten und vierten Leitsatze wird noch in Anmerkungen ausdrücklich Crick (1907) als Quelle herangezogen.

Dazu ist zu bemerken, daß nach dem früher Gesagten der erste Leitsatz in der gleichen Weise von Crick's Angabe abweicht, wie die Howes'sche Mitteilung. Ebenso sind der dritte und vierte Leitsatz in dem Sinne zu modifizieren, als sie sich nach Crick nur auf die bewehrten Arme beziehen. Die vorsichtige Fassung des fünften Leitsatzes wäre also bei den anderen auch am Platze gewesen. Im zweiten Leitsatz ist auf die Haken von Oxfordformen hingewiesen, von denen auf der zitierten Seite Crick gerade sagt, daß Owen sie zwar zu den Belemniten gezählt habe, „but they have long since been recognised as generically distinct therefrom and referable to the genus *Belemnoteuthis*“ (p. 269/70). Nach Crick gehören sie also gar nicht hierher und „they are not therefore considered in the present paper“ [1]. Schließlich spricht Abel immer

[1] Trotz der äußeren Differenz der Hakenform bei den Cephalopoden aus verschiedenen jurassischen Schichten ist rein morphologisch der Unterschied zwischen den Haken nur sehr gering. Er betrifft augenscheinlich bloß die Länge des Ansatzes des Hakens auf der Unterlage. Der Haken besaß danach bei den unterjurassischen Arten eine kleinere verkürzte Ansatzfläche und erscheint daher mehr kegelförmig, während die Vergrößerung der Ansatzfläche durch Ausziehen nach hinten bei den oberjurassischen Haken ihnen den Eindruck der Zweispitzigkeit verlieh. Das bedeutet wohl höchstens einen Hinweis auf den Umfang und die Art ihrer Beweglichkeit. Es liegt aber keinerlei Grund zu der Annahme vor, daß alle Belemniten ganz gleichartige Armbewaffnung hatten, ebensowenig wie das bei den rezenten Oegopsiden der Fall ist. — Damit soll keineswegs die systematische Bedeutung der Hakenverschiedenheit im vorliegenden Falle in Frage gestellt werden. Die Vorstellung Angermann's, daß seine *Acanthoteuthis* ein aus dem Rostrum herausgefallener Belemnit sein könne, erscheint vielmehr auch jetzt noch recht wenig vertrauen-

von Belemniten im allgemeinen, während Crick seine Angaben nur auf den Belemniten des unteren Lias bezogen wissen will. Abel's Ansichten weichen somit ganz erheblich von dem ab, was Crick ermittelt hat.

Nun hat Abel unter Zugrundelegung der paläontologischen Befunde nicht nur die Sechsarmigkeit des unterliassischen Belemniten angenommen, sondern die gleiche Armzahl für alle Belemniten vorausgesetzt, und hat darauf fußend eine Anzahl von Belemnitenarten mit 6 Armen rekonstruiert.

Im Gegensatz zu dieser Stellungnahme ist unbedingt daran festzuhalten, daß man objektiv nicht berechtigt ist, die Sechsarmigkeit der Belemniten als ein gesichertes Resultat paläontologischer Forschung hinzustellen. Man darf vielmehr nur mit Crick sagen: der unterliassische Belemnit von Dorsetshire besaß drei Paare hakentragender Arme. Über die Gesamtzahl der Belemnitenarme wissen wir aber im Grunde genommen nur, daß sie mindestens sechs betrug.

Genauere Daten dafür, um wie viele Arme es sich bei den Belemniten tatsächlich im ganzen handelte, lassen sich vorerst nur auf dem Wege theoretischer Erwägungen erschließen. Das Gegebene hierfür ist naturgemäß einerseits der Vergleich mit den Verhältnissen bei den rezenten dibranchiaten Cephalopoden, den ja auch Abel in ausgiebiger Weise herangezogen hatte, und andererseits der Vergleich mit anderen fossilen, relativ gut erhaltenen Formen, wie ihn Huxley u. a. zugrunde gelegt hatten.

Die rezenten Decapoden sind wohl diejenige Dibranchiatengruppe, welche die nächsten Beziehungen zu den Belemniten besitzt, und daher lag es außerordentlich nahe, im Anschluß an diese auch den Belemniten 10 Arme zuzuschreiben. Dementsprechend stellt die Mehrzahl der älteren Rekonstruktionen die Belemniten-

erweckend. Abgesehen von den Schwierigkeiten, welche sich der Deutung der verschiedenen von ihm beobachteten Schalenschichten entgegenstellen, ist auch auf eine andere rein mechanische Schwierigkeit hinzuweisen. Es ist nämlich kaum vorzustellen, wie die bei allen Belemniten sehr zarte Anfangsschale unversehrt aus dem Rostrum herausgelöst werden konnte. Demgemäß sind auch keine Belemnitenrostren bekannt, deren Alveole die Anzeichen eines unversehrten Herausfallens des gesamten Phragmocones aufweisen. Allerdings kommen wohl „*Actinocamax*"-Formen mit stark beschädigtem Rostrum und teilweise erhalten gebliebener Hauptschale vor; auf diesem Wege können aber die von Angermann beschriebenen Verhältnisse auch kaum erklärt werden, denn daß die Korrosion des Rostrums bis zu seinem Verschwinden geführt haben könne, ohne daß der Weichkörper vorher längst zerfallen gewesen wäre, erscheint undenkbar. *Acanthoteuthis* war also wohl kein Belemnit; aber das schließt das Vorkommen acanthoteuthisähnlicher Haken auch bei echten Belemniten noch nicht aus.

tiere als decapodenähnliche Cephalopoden mit 10 Armen dar, bis dann die einseitige Auslegung der an sich hochbedeutsamen Untersuchungen von Crick bei den neueren Rekonstruktionen zu einem Abweichen von der alten Ansicht führte (Stromer v. Reichenbach, Abel).

Im folgenden wird nun der Versuch gemacht werden, die Rückkehr zu den alten Ansichten abzuleiten und sie, soweit es geht, in einer veränderten Form zu begründen oder doch wenigstens wahrscheinlich zu machen.

Das Vorkommen von Haken auf den Armen ist auf die rezenten Oegopsiden beschränkt. An diese hat sich also zunächst die Überlegung zu knüpfen, und das um so mehr, als auch in anatomischer Hinsicht die Oegopsiden „die phylogenetisch älteren und primitiveren Vertreter der Decapoden" sind (Chun). Alle Oegopsiden nun, bei welchen eine Umwandlung von Saugnäpfen zu Haken stattgefunden hat, zeigen eine gewisse biologische Zusammengehörigkeit: „Die Oegopsiden, deren Tentakel allein oder deren Arme und Tentakel mit Haken bewaffnet sind, gehören ohne Ausnahme zu den schnellsten Schwimmern unter den Dibranchiaten und sind als flinke Hochseeräuber bekannt. Ihre Ernährung ist nicht mikrophag, sondern makrophag" (Abel, p. 209). Es handelt sich hier also im wesentlichen um derb fleischige, konsistente Arten, welche die höheren Meeresschichten bevölkern, im Gegensatz zu den zart-gallertigen und empfindlichen Tiefseeformen.

Abel vergleicht nun wohl mit Recht die Belemniten mit derartigen hakentragenden Oegopsiden und erhält „aus dieser Analyse zwei wichtige Aufschlüsse über den Armapparat und die Ernährungsart der Belemniten" (p. 209). Von diesen sei der zweite vorangestellt:

A. „Da alle hakenbewehrten lebenden Oegopsiden makrophage, schnellschwimmende Räuber waren, so ist das gleiche auch für diejenigen fossilen Belemniten und übrigen Dibranchiaten (z. B. *Belemnoteuthis*, *Ostracoteuthis*) anzunehmen, deren Arme kräftige, spitze Haken trugen. Ob alle Belemniten hakenbewehrt waren, entzieht sich einstweilen unserer Beurteilung" (p. 209/10).

Diese These wird man ohne Bedenken akzeptieren können. Die andere hat Abel folgendermaßen formuliert:

B. „Da die Arme" der Belemniten „mit kräftigen Haken bewehrt waren, so hätten nach dem Analogiegesetz auch die Tentakel Haken tragen müssen. Von solchen Tentakelhaken ist aber keine Spur bekannt, obwohl zahlreiche gut erhaltene Exemplare mit allen Armhaken vorliegen. Daraus ist zu schließen, daß den Belemniten die Tentakel gänzlich gefehlt haben" (p. 209).

Auch diese These wird man ihrem Wortlaut nach übernehmen dürfen, obwohl ausdrücklich schon hier erwähnt sei, daß ihr ein erheblich abweichender Sinn untergelegt werden wird, als wie er Abel vor Augen stand. Als ergänzende dritte These möchte ich nun noch die folgende anschließen:

C. „Alle rezenten, hakenbewehrten, schnellschwimmenden, räuberischen Oegopsiden besitzen ebenso, wie die makrophagen Myopsiden, stets zehn Arme. Die gleiche Armzahl tritt bei der fossilen *Belemnoteuthis* auf. Daraus ist zu schließen, daß auch die Belemniten zehn Arme besaßen."

Diese These ist formell vollkommen im Einklange mit den früheren. Dem Sinne nach dagegen steht sie im Widerspruch zu der Abel'schen Ansicht, da Abel ja den Standpunkt vertritt, daß die Belemniten bloß insgesamt 6 Arme gehabt hätten. Er folgert also, daß wegen des Fehlens der Tentakel tatsächlich nicht mehr mit dem Vorhandensein des betreffenden Armpaares, nach der üblichen Bezifferung der Arme von der Dorsal- zur Ventralseite also des vierten Armpaares, gerechnet werden dürfe. Die vorstehende These dagegen nimmt das primäre Vorhandensein dieses Armpaares an.

Daraus ergibt sich ganz von selbst als erster Punkt der Erörterung die Frage nach dem Verbleib der Tentakelarme.

Es liegt nahe, zunächst einmal mit der Mehrzahl der früheren Autoren (d'Orbigny, Fraas u. a.) von der Voraussetzung auszugehen, daß die Belemniten Tentakelarme von einer ähnlich hohen Spezialisierung und von gleichartiger Funktion besessen hätten, wie die Mehrzahl der rezenten Decapoden. Das läßt sich bei den rezenten Decapoden ziemlich durchgängig als richtig erweisen. Neben Formen, welche nur auf den Tentakeln Haken tragen (*Galiteuthis*, Onychoteuthidae), gibt es andere mit Haken auf den Armen und auf den Tentakeln (*Enoploteuthis, Gonatus*). Der Fall dagegen, daß die Arme mit Haken bewehrt sind, die Tentakel aber nur Saugnäpfe tragen, ist allein bei *Octopodoteuthis* realisiert, einer zarten Tiefenform, welche nur schwach entwickelte, später verlorengehende Tentakel besitzt. An den Armen hakentragende rezente Dibranchiaten besitzen somit in der Regel, wenn auch nicht stets, hakentragende Tentakel.

Abel meint nun, daß dann, wenn ein Cephalopode überhaupt Haken trug, er diese in erster Linie an den Tentakelarmen entwickelte. Hatten also die Belemniten sicher hakentragende Arme, so ist daraus mit großer Wahrscheinlichkeit zu erschließen, daß ein etwaiges Tentakelpaar ebenfalls mit Haken bewaffnet gewesen wäre.

Wenn aber die Tentakelarme bei einem Belemniten mit Haken bewaffnete Greiftentakel waren, so ist anzunehmen, daß sie uns bei geeigneter Erhaltung des Tieres, wie sie ja im unteren Lias von Lyme Regis und Charmouth in Betracht kommt, mitüberliefert worden wären; tatsächlich findet man aber keine Spur davon. Das kann auf verschiedene Weise erklärt werden.

Zunächst ist daran zu denken, daß die Tentakelarme etwa in Tentakeltaschen eingezogen wären und deshalb äußerlich nicht sichtbar würden. Dann würde aber zugleich eine gewisse Wahr-

scheinlichkeit dafür sprechen, daß im Fossil irgendwie das Vorhandensein von Haken manifest würde. Da dies nicht der Fall ist, darf man also wohl zuverlässig annehmen, daß die sechsarmigen Belemniten keine eingestülpten hakenbewehrten Tentakelarme tragen.

Damit käme man zu der zweiten Möglichkeit, dem Verluste der Tentakel.

Selbstverständlich wird ein abgestorbener Belemnit, dessen Zersetzung schon so weit vorgeschritten ist, daß sein Mantel zerfallen und der Weichkörper aus der Schale losgelöst ist, etwa vorhandene lange schlanke Greiftentakelarme leichter verlieren, als die kurzen anderen Arme. Es ist also sehr wohl denkbar, daß die Tentakelarme der Belemniten auf diesem Wege der Erhaltung entgangen sind. Man darf also die Möglichkeit dieses Falles noch nicht als vollkommen ausgeschlossen ansehen. Immerhin verliert die Ansicht stark an Wahrscheinlichkeit, wenn man berücksichtigt, daß bei keinem der erhaltenen Tiere Andeutungen der Tentakel erhalten geblieben sind. Bei der sonst nur geringen Spezialisierung des Armapparates ist anzunehmen, daß der Belemnit von Dorsetshire höchstens kräftige Greiftentakel besessen hat. Schwerlich ist daran zu denken, daß die Tentakelarme vielleicht eine Ähnlichkeit mit den schlanken, geradezu fadenförmigen Tentakeln mancher Oegopsiden (*Chiroteuthis*) besaßen. Solche Tentakelbildungen kommen nur bei zarten hochspezialisierten Tiefseearten vor, und das trifft beides für die Belemniten wohl sicher nicht zu.

Naturgemäß ist es auch möglich, daß die Tentakelarme schon während des Lebens sekundär rückgebildet oder sonstwie eliminiert sind. Derartige Fälle lehrte uns die Vergleichung rezenter Oegopsiden in genügender Zahl kennen. Erwähnt sei besonders die Möglichkeit des sekundären normal physiologischen Verlustes der Tentakelarme durch Abwerfen, wie das von *Octopodoteuthis* bekannt ist. Außerdem pflegen noch verschiedene andere Arten im Alter ihre Tentakel, sei es auf natürlichem Wege, sei es gewaltsam einzubüßen (*Leachia, Taonius, Chaunoteuthis, Grimalditeuthis*), wobei fast stets noch Stummel oder Narben (außer bei *Grimalditeuthis*) den sekundären Verlust anzeigen. Bei allen diesen rezenten Formen handelt es sich aber um mehr oder weniger ausgesprochen gallertige Tiefseearten, während die Verbreitung der Belemniten und die Bewaffnung ihrer Arme auf muskulöse Hochseetiere hinweist. Die Möglichkeit, daß die Belemniten ihre Tentakelarme durch Rückbildung oder Abstoßung eingebüßt hatten, darf also wohl praktisch ausgeschaltet werden.

Damit wären die verschiedenen Möglichkeiten, das offenkundige Fehlen eines hakentragenden Tentakelarmpaares bei den Belemniten im Anschlusse an das Verhalten der rezenten Arten zu erklären, nunmehr als unwahrscheinlich abgelehnt worden.

Das führt zu der letzten Möglichkeit, nämlich daß sich die Belemniten anders verhielten, als die rezenten decapoden Dibranchiaten,

und daß die Tentakelarme bei ihnen überhaupt noch nicht entwickelt waren.

Die Tentakel sind ja weiter nichts, als das besonders hoch spezialisierte vierte (zweite ventrale) Armpaar, welches als Greiforgan fungiert und daher besonders beweglich, verlängert und vielfach auch bewaffnet ist. Der interessante Versuch Abel's, die Tentakelarme der Oegopsiden und Myopsiden als nicht homolog zu erweisen, indem er die Arme nicht nach ihrer Lage, sondern nach dem Zeitpunkte ihrer Entstehung beziffert, dürfte kaum die herrschende Ansicht von der Homologie der Tentakelarme erschüttern können. Verschiebungen in der Reihenfolge des Auftretens, verschiedener Organe kommen entwicklungsgeschichtlich so oft vor, daß derartig weitgehende phyletische Spekulationen wohl nicht darauf aufgebaut werden dürfen.

Der primitive Zustand würde der sein, daß eine solche Spezialisierung eines Armpaares noch nicht eingetreten ist. Man würde also bei primitiven Cephalopoden zunächst nach zehn gleichlangen Armen suchen. Ein solches Verhalten ist von fossilen Formen wohlbekannt. Die prachtvoll erhaltene *Belemnoteuthis antiqua* Pearce von Christian Malford zeigt das vortrefflich. Und bei dieser handelt es sich um eine Art aus dem Ornatenton des Doggers, also sogar um eine jüngere Form, als den zur Rede stehenden liassischen Belemniten, und noch dazu um eine Form, deren verwandtschaftliche Beziehungen zu den Belemniten wohl nirgends in Zweifel gezogen werden.

Unter den rezenten Decapoden gibt es etwas Derartiges nicht mehr. Nur entwicklungsgeschichtlich läßt sich sagen, daß „die Tentakel der jüngsten Larve ... bei ihrem ersten Auftreten durchaus armähnlich gestaltet" (Chun, p. 14) sind.

Wir kennen jedoch sehr wohl auch rezente Dibranchiaten, welche keine Tentakelarme spezialisiert haben, nämlich die Octopoden, bei denen nicht, wie noch Pelseneer annahm, die Tentakelarme verloren gegangen sind, sondern vielmehr das „erste" (letzte dorsale) Armpaar rückgebildet ist (Naef), während ihr vorletztes ventrales Armpaar den Tentakelarmen der Decapoden entspricht.

Dürfen wir nun die Belemniten wegen ihres erdgeschichtlich früheren Auftretens für primitivere Cephalopoden halten, als es die rezenten Arten sind — ganz abgesehen davon, daß sie in ihrer Weise auch weitgehende Spezialisierung darbieten —, so ist aus diesem Grunde auch bei ihnen als höchstwahrscheinlich anzunehmen, daß sie ein besonders spezialisiertes Tentakelarmpaar noch nicht entwickelt hatten. Als These gefaßt, würde man bei Annahme dieser Deduktion also sagen:

(I.) Der Belemnit des unteren Lias besaß noch kein besonders zu Tentakelarmen modifiziertes Armpaar; das betreffende (vierte) Armpaar glich vielmehr noch seinen Nachbarpaaren.

Danach wäre also theoretisch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die Belemniten zehn nahezu gleichartig gebaute Arme besessen hätten. Es fragt sich jetzt, ob und wie sich diese theoretische Möglichkeit vom Vorhandensein von zehn gleichartigen Armen in Einklang bringen läßt mit dem paläontologischen Befunde von nur sechs Paaren hakentragender Arme.

Der einzige Weg hierzu ist die Annahme, daß die Bewaffnung der Armpaare verschieden war und diese Annahme ist eine Arbeitshypothese, welche sich vielleicht bis zu einem gewissen Grade stützen läßt.

Daß überhaupt verschiedenartige Bewaffnung auf den Armen von Cephalopoden vorkommen, ist von den Oegopsiden her bekannt, bei denen stets neben den Haken noch Saugnäpfe vorkommen. Letzten Endes sind die Haken ja weiter nichts als umgewandelte Saugnäpfe [2], und man kann gelegentlich den ganzen Gang der Umwandlung noch an den nebeneinander vorkommenden Übergangsformen verfolgen.

---

[2] Mit dem Auftreten von Haken bei relativ primitiven Cephalopoden ist keineswegs gesagt, daß von diesen dann nur wieder hakentragende Arten abgeleitet werden könnten, und daß es unmöglich sei, von der höchsten Entwicklungsstufe des Greiforganes, wie ihn der Haken darstellt, zu seiner Vorstufe, dem Saugnapfe, zurückzukehren. Es scheint mir eine vollkommene Verkennung des Dollo'schen Prinzipes vorzuliegen, wenn man auf Grund desselben jede Rückkehr zu einem früher durchlaufenen Zustande ablehnt. Nur zu häufig weist irgend ein Organ, das in seiner vollständigen Entfaltung auf eine ganz andere Stufe gediehen ist, in seiner Entwicklung noch als Durchgangsstadium die frühere Stufe, wenn auch nicht vollentwickelt, so doch wenigstens angelegt, auf. Diese Tatsache ist es ja schließlich, welche die Unterlage für das biogenetische Prinzip geboten hat. Jederzeit kann nun durch Entwicklungshemmung eine solche mehr oder weniger indifferente Vorstufe festgehalten werden, und dadurch eine ganz anders gerichtete Entwicklung im Sinne phyletisch früherer Erscheinungsweisen zustandekommen. Erinnert sei nur an den Zusammenhang zwischen dem höher spezialisierten „gefingerten" Blatt der Roßkastanie mit dem weniger spezialisierten „gefiederten" Blatte. Durch Kältereiz kann eine Entwicklungshemmung ausgeübt werden, welche die Bildung von gefiederten Blättern bei Roßkastanien zur Folge hat. Und auch vorübergehende Umbildungen, die selbst den Charakter vollständigen Verlustes haben können, sind in der Ontogenese bekannt. So besitzen die *Protonymphon*-Larven der Pantopoden die ersten drei Paare von Extremitäten wohlausgebildet. Bei manchen Arten bleiben sie in der weiteren Entwicklung erhalten (*Nymphon*). Bei anderen gehen sie aber teilweise verloren, und es ist von großem Interesse, daß dann, wenn das zweite und dritte Extremitätenpaar während der larvalen Entwicklung verschwand, doch das dritte Paar in voller Ausbildung beim reifen Männchen als Eiträger unvermittelt wieder in Erscheinung tritt (*Phoxichilidium*), nicht anders als bei Formen, die es nie verloren. Was hier für die Ontogenese gilt, dürfte analog für die Phylogenese zu berücksichtigen sein.

Es fragt sich also des weiteren, ob irgend welche Armpaare der rezenten Cephalopoden dazu neigen, gelegentlich eine andersartige Bewaffnung anzunehmen, als die übrigen. Und im Anschluß daran erhebt sich dann die Frage, ob die biologischen Momente, welche als Ursache für dieses Verhalten in Betracht kommen, auch für die Belemniten gelten können und den Verdacht eines analogen Verhaltens bei ihnen nahelegen.

Als Armpaare, welche eine gesonderte Stellung einnehmen, sind wegen ihrer Lage das dorsale (erste) und das ventrale (fünfte) Paar anzusehen. Nach den vorliegenden Erfahrungen pflegen diese beiden Paare auch tatsächlich kleiner zu sein, als die übrigen Arme, und gelegentlich auch sonst von ihnen im Bau abzuweichen.

Was zunächst das ventrale Armpaar anlangt, so liegen bei demselben die Dinge relativ klar. Mit der Erörterung möchte ich hier anknüpfen an eine Tatsache, welche Abel überraschenderweise mit keinem Worte berührt, nämlich an das Vorhandensein eines Geschlechtsdimorphismus bei den rezenten Dibranchiaten.

Es ist allgemein bekannt, daß bei den rezenten Dibranchiaten im männlichen Geschlechte fast stets ein Teil des Cephalopodiums in den Dienst des Geschlechtsapparates tritt, indem eine Umbildung von Armen zu Begattungsorganen stattfindet. Solche umgewandelte Arme werden in Übereinstimmung mit dem zum Begattungsarme umgewandelten zweiten Ventralarm der linken Seite von *Argonauta* als hektokotylisiert bezeichnet. Der Name stammt daher, daß man den bei der Übertragung der Spermatophoren in den weiblichen Mantelraum abreißenden und dort verbleibenden Begattungsarm des Argonautenmännchens früher irrtümlich für einen selbständigen parasitären Organismus gehalten und als Hektokotylus bezeichnet hatte. Die Bedeutung der Hektokotylisierung für die vorliegende Frage beruht nun darin, daß die normale Bewaffnung der Arme an den hektokotylisierten Armen teilweise oder auch gänzlich wegfällt und daß an Stelle von Haken oder großen Saugnäpfen eine andere Struktur tritt, auf die im einzelnen hier nicht eingegangen werden braucht. Es genügt die Tatsache, daß jedenfalls ein hektokotylisierter Arm unter Umständen keine fossil erhaltungsfähigen Hartgebilde trägt.

Bei den verschiedenen Decapoden sind es nun verschiedene Arme, die hektokotylisiert werden. Selten handelt es sich dabei um das dorsale Armpaar (Histioteuthidae, Sepiolidae). Insbesondere bei den Histioteuthiden scheint hierin ein primitiver Charakterzug zu erblicken zu sein. Darauf weist auch das sonstige anatomische Verhalten einer der hierhergehörigen Gattungen hin. „Die männlichen Leitungswege“ aller bekannten Oegopsiden „sind mit der einzigen Ausnahme von *Calliteuthis* unpaar und linksseitig angelegt: nur die genannte Gattung macht insofern eine Ausnahme, als sie paarig ausgebildet werden. Da *Calliteuthis* auch doppelte Hekto-

kotyli besitzt, die ebenso wie bei *Histioteuthis* durch Umwandlung der beiden Dorsalarme gebildet werden, so dürfte vielleicht in dieser Anordnung ein primitives Verhalten gewahrt sein, aus dem sekundär die Asymmetrie der übrigen Oegopsiden hervorgegangen ist" (Chun, p. 34). Für gewöhnlich ist das ventrale Armpaar von der Hektokotylisierung in geringerem oder größerem Umfange betroffen. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Oegopsiden und Myopsiden ist der linke Ventralarm hektokotylisiert; bei *Cranchia* der rechte Ventralarm. Und während es sich hier um einen hektokotylisierten Arm handelt, finden wir bei der altertümlichen *Spirula* die beiden Ventralarme hektokotylisiert. „*Spirula* besitzt, wie Owen (Proc. Zool. Soc. 1880. p. 352) zuerst nachwies und Steenstrup durch Nachuntersuchung bestätigte, zwei hektokotylisierte Ventralarme. Sie sind länger als die übrigen auffällig kurzen Arme, vierkantig, entbehren aller Näpfe und besitzen ungleiche Größe, insofern der rechte den linken an Länge bedeutend übertrifft" (Chun, p. 459). Unter allen rezenten Myopsiden ist es nur noch *Idiosepius*, welcher „dasselbe Verhalten aufweist und gleichfalls zwei fast aller Näpfe entbehrender hektokotylisierte Baucharme besitzt". Unter den Oegopsiden kommt Hektokotylisierung beider Baucharme bei Ommatostrephiden (*Todaropsis* und *Nototodarus*), nach Grimpe auch bei Enoploteuthiden, vor.

Es soll nun keineswegs der Versuch gemacht werden, alle aufgefundenen sechsarmigen Belemniten einfach als Männchen anzusprechen, ebensowenig wie Abel untergelegt werden soll, er habe sie im Grunde genommen, da er über die Hektokotylisierung und ihre Folgen nichts aussagt, stillschweigend als Weibchen angesehen. Die Möglichkeit zu einer derartigen Beurteilung liegt wohl vor, denn wir wissen beispielsweise von *Octopus*, daß die Männchen außerordentlich viel häufiger sind, als die Weibchen, und haben andererseits unter den gesamten bisher erbeuteten, wohlerhaltenen Individuen von *Spirula* nur ein einziges Männchen kennen gelernt. Die relative Häufigkeit der beiden Geschlechter ist also sicher sehr verschieden. Trotzdem erscheint das Unterfangen einer Erklärung auf solcher Basis reichlich gewagt.

Anders ist es aber, wenn man von der Annahme ausgeht, daß das Armpaar, welches im männlichen Geschlechte beiderseits oder einseitig hektokotylisiert ist, auch beim Weibchen weniger spezialisiert ist, als die übrigen, und daß es vielleicht nicht die Umwandlung der Saugnäpfe zu Haken mitgemacht hat. Diese Annahme liegt theoretisch vielleicht nicht so fern, und sie findet ihre unmittelbare Bestätigung bei den rezenten Oegopsiden. In der Familie der Enoploteuthiden kommt es vor, daß außer der Hakenbildung auf den Tentakelarmen „auch die drei oberen Armpaare in Haken umgewandelte Saugnäpfe" aufweisen, während die Ventralarme in beiden Geschlechtern diese Bewaffnung nicht zeigen (*Pterygio-*

teuthis). Ähnliches gilt für die Gonatiden, bei welchen das ventrale Armpaar am schwächsten entwickelt und hakenlos ist.

Wenn auch nicht vergessen werden soll, daß es Oegopsiden gibt, bei welchen eine Hektokotylisierung an den hier allerdings schon sowieso hakenlosen Armen noch nicht nachgewiesen werden konnte (Architeuthidae, Ommatostrephidae, Onychoteuthidae, Histioteuthidae u. a.), so dürfte doch das Vorhandensein für die Geschlechtsfunktion umgewandelter Arme bei den rezenten decapoden Tintenfischen die Regel bilden. Die Tatsache nun, daß eine Hektokotylisierung nicht nur bei den Decapoden, sondern analog auch bei den Octopoden vorkommt, und schließlich in veränderter Form auch bei Nautiliden (an dem zum inneren Tentakelkranz ausgestalteten Buccaltrichter) auftritt, scheint die biologische Bedeutung einer derartigen Spezialisierung von Teilen des Armapparates hinreichend zu betonen.

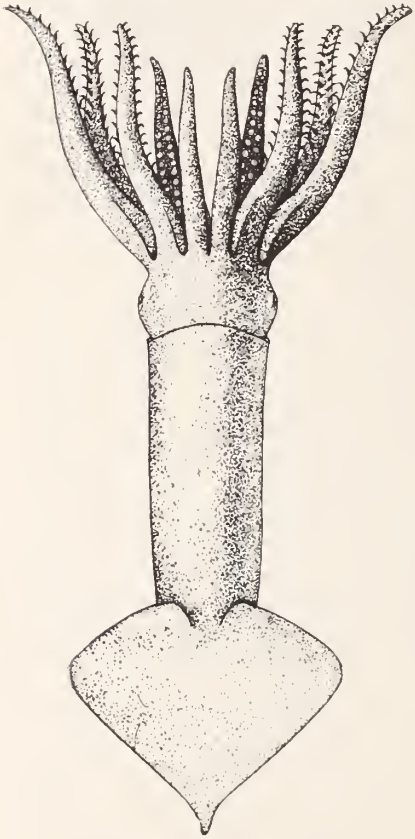
Unter den Umständen erscheint mir der Schluß, daß auch bei den Belemniten die Ausbildung von Hektokotyli vorkam, nahezu unabweisbar. Auch bei den Belemniten waren also vermutlich Arme hektokotylisiert, und zwar legt der Vergleich mit den Decapoden und insbesondere mit der auch in anderer Beziehung ihnen näherstehenden Gattung *Spirula* es nahe, daß es sich dabei um das ventrale Armpaar gehandelt haben möge. Der Verdacht, daß solche Arme dann eine abweichende Bewaffnung besaßen, liegt auf der Hand. Bei sonst hakentragenden Belemnoideen ist also mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die hektokotylisierten Arme unbewaffnet waren. Das Verhalten von *Gonatus* und *Pterygioteuthis* läßt weiter damit rechnen, daß das entsprechende Armpaar auch beim ♀ keine Haken trug. Bei dieser Sachlage ist man vielleicht zur Aufstellung der These berechtigt:

(II.) Der Belemnit des unteren Lias besaß außer den drei Paaren hakentragender Arme höchstwahrscheinlich noch ein weiteres ventrales Armpaar, das nur Saugnäpfe trug oder hektokotylisiert war.

Damit soll allerdings keineswegs gesagt sein, daß ein derartiges Verhalten für alle fossilen Formen gegolten habe. Vielmehr kann dafür, daß das ventrale Armpaar nicht stets in beiden Geschlechtern hakenlos ist, als schlagendstes Beispiel *Belemnoteuthis* mit ihren zehn hakenbewehrten Armen herangezogen werden, wobei das vorliegende Fossil als Weibchen angesprochen werden muß; vielleicht sind in den schätzungsweise acht- bis neunarmigen Individuen von *Acanthoteuthis* und *Ostracoteuthis* die Männchen verwandter Arten zu erblicken.

Wesentlich weniger klar und eindeutig liegen die Verhältnisse bei dem angenommenen dorsalen Armpaar. Dieses scheint allgemein bei den Dibranchiaten zu einem Zurückbleiben in der Entwicklung hinter den anderen Armen zu neigen. Als auffälligstes Beispiel

braucht bloß an die Octopoden erinnert werden, bei denen es ja gerade dieses Armpaar ist, welches gänzlich fehlt und dadurch die normale Armzahl von zehn auf acht herabsetzt. Aber auch bei den Decapoden finden sich oft genug Arten, bei denen das dorsale



1

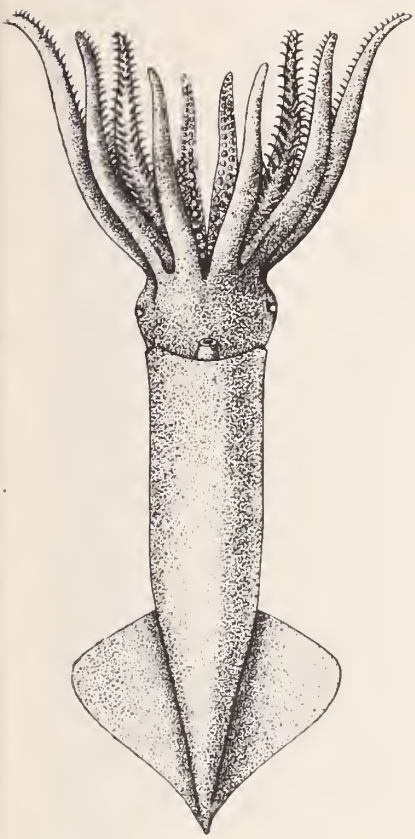
2

Fig. 1. Rekonstruktion eines Belemniten (Dorsalansicht)[3].
Fig. 2. Rekonstruktion eines Belemniten (Lateralansicht; die Flosse ist an den Körper angelegt)[3].

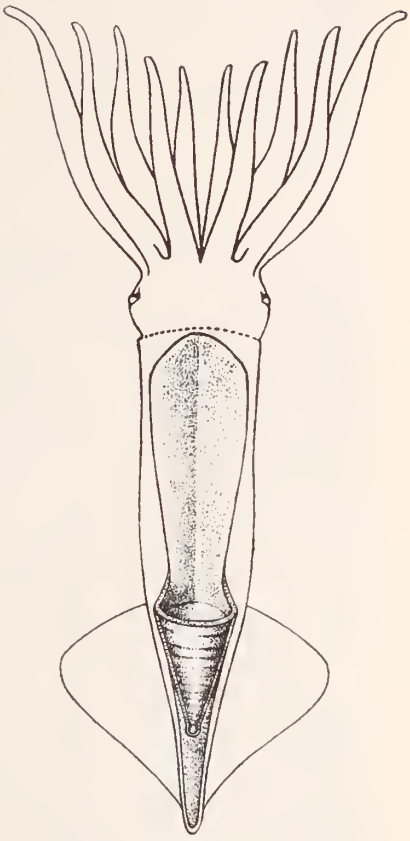
[3] Die Rekonstruktion soll nicht eine bestimmte Belemnitenart wiedergeben, sondern nur einen allgemeinen Organisationstypus darstellen. Dementsprechend dürfte sie sich in ihren Einzelheiten an verschiedene Vorbilder anschließen: während die Körpergestalt im wesentlichen dem rezenten *Cionatus fabricii* (nach Pfeffer) entspricht, folgt die Armbewaffnung dem Verhalten von *Belemnites Montefiorei* (nach Crick), der Schalenbau demjenigen von *Belemnites spec.* (nach Crick aus Abel); eine besondere Hektokotylisation ist nicht dargestellt.

Armpaar weniger wohl entwickelt ist, als die nächstfolgenden. Daß es bei *Calliteuthis* hektokotylisiert ist, wurde bereits oben erwähnt.

Gibt es nun neben rezenten Dibranchiatenarten, welche auf ihren Tentakelarmen und auf allen anderen Armen nebeneinander



3



4

Fig. 3. Rekonstruktion eines Belemniten (Ventralansicht)[3].
Fig. 4. Rekonstruktion eines Belemniten (Umriß des Weichkörpers mit eingezeichneter Schale in Ventralansicht)[3].

Haken und Saugnäpfe besitzen (*Abralia*), auch andere Arten, bei welchen nur ein Teil der Arme mit Haken bewaffnet ist, nämlich die Tentakelarme allein (*Onychoteuthis* u. a.) oder die Tentakel und das dorsale nebst den beiden lateralen Armpaaren (*Pterygioteuthis, Gonatus*), so liegt theoretisch die Möglichkeit sehr nahe, daß es auch Arten gibt, bei welchen die Haken auf die kräftigeren lateralen Arme beschränkt sind, während die weniger kräftigen Dorsalarme

nur Saugnäpfe trugen. Realisiert scheint dieser Fall nicht zu sein, nur entwicklungsgeschichtlich kommt z. B. bei *Octopodoteuthis* vor, daß das dorsale (erste) und das ventrale (fünfte) Armpaar sowie die verkümmernden Tentakel (viertes Paar) noch Saugnäpfe tragen, während die beiden mittleren Armpaare (das zweite und dritte) schon mit Haken bewaffnet sind.

Als letzte These über die Armzahl der Belemniten glaube ich daher auf Grund des Gesagten aufstellen zu dürfen:

(III.) Der Belemnit des unteren Lias besaß wahrscheinlich außer den drei hakentragenden Armen noch ein dorsales schwächer entwickeltes Armpaar mit Saugnäpfen[1].

Es ist wohl selbstverständlich, daß die Theorie vom Vorhandensein eines dorsalen Armpaares auf einigen Widerstand stoßen wird. Unzweifelhaft liegt in ihrer Ableitung eine gewisse Schwäche, weil einerseits die Annahme eines Organes verfochten und anderseits zugleich dies Organ für rückgebildet oder doch für weniger hochentwickelt erklärt wird. Ich glaube aber, daß der Vergleich mit dem großen Heer der rezenten Decapoden und vor allem mit der so wichtigen fossilen *Belemnoteuthis* es außerordentlich nahelegt, die Fünfzahl der Armpaare als einen sehr alten Charakter der Dibranchiaten anzusehen. Wenn ich aus diesem Grunde das dorsale Armpaar bei dem Belemniten des unteren Lias als vorhanden annehme, so ist damit selbstverständlich noch keineswegs gesagt, daß es nun auch allen Belemniten in gleicher Form zugekommen sei. Der Gedanke ist vielmehr nicht von der Hand zu weisen, daß es bei manchen (jüngeren) Belemniten vielleicht gelegentlich ganz gefehlt hat, wie wir das von den rezenten Octopoden kennen. Schließlich ist überhaupt, wie es schon Abel tat, zu betonen, daß die Besetzung der Arme mit Haken keineswegs stets die gleiche gewesen sein muß, und daß es neben Formen mit weniger als sechs hakenbewehrten Armen, vielleicht auch solche gegeben hat, bei denen das dorsale und, zum mindesten im weiblichen Geschlechte, auch das ventrale Armpaar Haken trug, entsprechend dem Verhalten von *Belemnoteuthis*.

Faßt man nunmehr die bisherigen Resultate zusammen, so kommt man zu folgender Vorstellung von dem Armapparat des Belemniten aus dem unteren Lias von Dorsetshire:

[1] Man darf hier vielleicht betonen, daß saugnapftragende Arme für die Belemniten keineswegs wertlos gewesen sein würden. Im Gegensatz zu der Mehrzahl der Oegopsiden, deren bewaffnete Arme mit Haken und Saugnäpfen nebeneinander ausgerüstet sind, haben sie auf ihren bewaffneten Armen ja nur Haken; und daß diese wohl als Fangapparate, nicht aber als Haltevorrichtungen beim Fressen die geeignetsten Hilfsmittel sind, liegt auf der Hand. Arme mit Saugnäpfen würden also wohl von biologischer Bedeutung gewesen sein.

Der Belemnit besaß sicher drei Paare hakenbewehrter Arme von nahezu gleichem Bau. Von diesem war das mittlere das größte, das ventrale vermutlich das kleinste. Ventral von diesen Armpaaren befand sich höchstwahrscheinlich ein weiteres Paar, das jedoch keine Haken trug und daher nicht fossil überliefert wurde. Ein fünftes saugnapftragendes Armpaar schließlich stand vermutlich dorsal von den hakenbewehrten Armen; auch von diesem ist fossil bislang noch nichts bekannt geworden. Entweder dies dorsale, oder wahrscheinlicher das ventrale Armpaar dürfte im männlichen Geschlechte hektokotylisiert gewesen sein. Im ganzen war der Belemnit also zehnarmig. Seine Arme waren untereinander im wesentlichen gleichartig gebaut, nur etwas verschieden in der Größe. Eine tiefgreifende morphologische Spezialisierung des vierten Armpaares zu Tentakelarmen war vermutlich, ebensowenig wie bei *Belemnoteuthis*, noch nicht erfolgt. Nur insofern war eine Differenzierung der Armpaare eingetreten, als bloß noch das dorsale (erste) Paar und ebenso das ventrale (fünfte), soweit es nicht hektokotylisiert war, Saugnäpfe trug, während auf den drei mittleren Armpaaren (dem zweiten, dritten und vierten) statt dessen zwei Reihen von Haken auftraten.

Als leitende Gesichtspunkte für diese Art der Auffassung dienten dabei folgende Überlegungen:

1. Es liegt näher, die Armzahl der Belemniten ebenso mit 10 anzusetzen, wie sie bei den rezenten Dibranchiaten vorherrscht, als eine grundsätzlich andere Zahl anzunehmen und so den Belemniten eine Sonderstellung zuzubilligen (Abel, Pohlig, Stromer). Dies wird dadurch gestützt, daß auch fossil belemnitenähnliche Cephalopoden mit der gleichen Armzahl bekannt sind *(Belemnoteuthis)*.

2. Es liegt näher, bei den Belemniten anzunehmen, daß sie noch keine differenzierten Tentakel besaßen (Huxley, v. Martens, Owen), als daß diese Tentakel niemals fossil erhalten geblieben seien. Auch dies wird gestützt dadurch, daß *Belemnoteuthis* noch 10 gleichartige Armpaare besaß; ebenso zeigen die rezenten Octopoden keine Differenzierung des vorletzten Armpaares zu Tentakeln, wohl aber Ausfall des dorsalen (ersten) Armpaares.

3. Es erscheint berechtigt, im Anschluß an das Verhalten rezenter Decapoden das Vorhandensein eines ventralen hakenlosen, gegebenenfalls hektokotylisierten Armpaares anzunehmen.

4. Es ist möglich, ein dorsales hakenloses Armpaar anzunehmen. Da ein tatsächlicher Beleg für analoges Verhalten nicht beizubringen war, muß auf die erste Überlegung hingewiesen werden, nach welcher das Vorhandensein eines fünften Armpaares wahrscheinlicher ist, als sein Fehlen, und auf die zweite Überlegung, nach welcher als fehlendes Armpaar eher ein erstes (dorsales), als ein viertes (Tentakel-)Armpaar anzunehmen ist. Sollte dagegen die Armzahl geringer gewesen sein als 10, so ist jedenfalls zunächst mit dem

Fehlen dieses ersten Armpaares, nicht aber dem des Tentakelarmpaares zu rechnen.

Die vorgetragenen Anschauungen über die Armzahl der Belemniten und die Bedeutung der einzelnen Arme können, das bedarf wohl kaum einer besonderen Betonung, nicht den Anspruch machen, mehr als eine Theorie darzustellen. Ich hoffe aber, daß die herangezogenen Argumente wenigstens dazu beitragen mögen, die Unsicherheit der Ansicht von der Sechsarmigkeit der Belemniten darzutun, und die Belemnoideen auf diese Weise wieder zu den rezenten Formen in nähere Beziehung zu bringen.

Literatur.

Abel, O.: Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten. Jena 1916. (Mit ausführlichen Literaturnachweisen.)

Angermann, E.: Über das Genus *Acanthoteuthis* Münst. aus den lithographischen Schiefern in Bayern. N. Jahrb. f. Min. etc. XV. Beil.-Bd. 1902. p. 205—230.

Chun, C.: Die Cephalopoden. In: Wissenschaftl. Ergebn. d. Deutsch. Tiefsee-Exped. a. d. Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Bd. XVIII. 1910—1915.

Crick, G. C.: Note on the type-specimens of *Belemnoteuthis Montefiorei* J. Buckm., from the lower Liasshales between Charmouth and Lyme Regis, Dorset. Proc. Malacolog. Soc. London. Vol. V. 1902.

— On the arms of the Belemnite. Proc. Malacolog. Soc. London. Vol. VII. 1906/07. p. 269—279.

Martens, E. v.: Weichtiere in Heck-Matschie-Martens, Das Tierreich. Bd. II. 1894. p. 553—664 (615).

Naef, A.: Cephalopoda in Handwörterb. d. Naturwissensch. Bd. II. 1912. p. 245—264 (250).

Pfeffer, G.: Die Cephalopoden der Plankton-Expedition. Zugleich eine monographische Übersicht der ögopsiden Cephalopoden. Ergebn. d. Plankton-Exped. d. Humboldt-Stiftung. Bd. II. Kiel 1912.

Stromer v. Reichenbach, E.: Lehrbuch der Paläozoologie. I. Teil. Leipzig u. Berlin. 1909. (p. 250.)

Besprechungen.

G. Behaghel: Die Eisen- und Manganerze Osteuropas. Quellen und Studien des Osteuropa-Instituts. Breslau-Leipzig, bei G. B. Teubner, 1922. 361 p. mit 37 Abbild.

Die vom Osteuropa-Institut in Breslau begonnene Serie von Monographien über praktische Geologie und Bodenschätze in den östlichen Ländern ist durch dieses neue Werk wesentlich bereichert worden; sowohl für den Lagerstättenforscher als für den Wirtschaftler und Industriellen dürfte es ein wichtiges, ja fast unentbehrliches Hilfsmittel werden.

Im ersten Teil schildert Verf. auf Grund eines eingehenden Literaturstudiums die Verbreitung und Gewinnung der Erze. Da eine allgemeine Einleitung über die Beschaffenheit der Eisenerze vorangeschickt wird, ist das Buch auch weiteren Kreisen verständlich. Die Gliederung dieses Teiles ist geologisch begründet und gewährt mithin auch einen guten Einblick in die Genesis und Natur der einzelnen Lagerstätten, wobei das Wichtigste durch klare Abbildungen unterstützt wird. Eine sehr vorsichtige Einschätzung der vorhandenen Vorräte, mit kritischer Berücksichtigung der maßgebenden Faktoren, ist allen Abschnitten eingegliedert. Förderzahlen, Aufzählungen der Gruben und deren Ausrüstung stellen ein wertvolles und z. T. noch kaum verwertetes Material dar, welches möglichst bis in die letzte Zeit weitergeführt wird. Berücksichtigt werden: Rußland, Polen, Böhmen, Ungarn und der Balkan, anhangsweise auch Sibirien und Kleinasien, soweit sie für die europäische Wirtschaft von Bedeutung sein könnten.

Der zweite Teil der Schrift ist der Eisenwirtschaft der östlichen Länder gewidmet. Auch hier ist es zu begrüßen, daß in einer Einleitung die Grundbegriffe des Eisenhüttenwesens erörtert werden; jedem, der nicht Fachmann ist, wird das willkommen sein. Das reiche Quellenmaterial des Osteuropa-Instituts ermöglichte auch hier ein sehr gründliches Eingehen auf Einzelheiten, besonders eine wertvolle Schilderung der jüngsten Entwicklung der Eisenindustrie, die speziell über Rußland viel Neues bringt. Höchst bedeutsam sind die allgemeinen Kapitel, welche die Einordnung des Ostens in die europäische Wirtschaft zeigen und besonders die Bedeutung derselben für Deutschland klarstellen. Sehr beachtenswert ist in der Hinsicht die Bedeutung, welche Verf. den jugoslavischen Vorkommen beimißt. Der sorgfältig zusammengestellte Index erleichtert die Benützung des Werkes ungemein. **S. v. Bubnoff.**

Gustav Tammann: Aggregatzustände. Die Zustandsänderungen der Materie in Abhängigkeit von Druck und Temperatur. 8°. 294 p. Mit 127 Figuren im Text. Leipzig 1922. Verlag von Leopold Voß. Preis 90 Mk. brosch.

Wie man aus dem Titel schon erwarten darf, hat dieses Buch auch für die allgemeine Mineralogie seine große Bedeutung. In hierzu einleitenden Abschnitten werden die Arten der Aggregatzustände allgemein, Gleichgewichte der Aggregatzustände untereinander, Gleichgewichte zwischen Dampf und Flüssigkeit, Allgemeines über die Gleichgewichtskurven behandelt, sodann die Schmelzkurven, der Polymorphismus, die Zustandsdiagramme, die Deformationen von Kristallen und ihre Folgen, der Übergang eines instabileren in einen stabileren Zustand und am Schluß die flüssigen Kristalle.

In dem Kapitel über die Deformation der Kristalle ist ein Abschnitt dem Gletscherkorn, ein anderer den kristallinen Schiefern gewidmet. In dem Kapitel über den Übergang in einen stabileren Aggregatzustand werden die Untersuchungen von Nacken über Kristallwachstum in der Nähe des Schmelzpunktes (N. Jahrb. 1915. II. 133) herangezogen. Die Ausbildung der Kristalle (Fig. 121, c—e) erinnert außerordentlich an die der Olivinkristalle im Pallaseisen, worauf wohl noch nicht aufmerksam gemacht worden ist.

In bezug auf flüssige Kristalle, insbesondere der p-Azoxykörper meint Verf. — wie auch andere Forscher — die Stoffe seien im doppelbrechenden flüssigen Zustand nicht homogen, Membrane und Fäden seien in ihnen vorhanden, und so sagt er am Schluß: „Flüssige Kristalle oder anisotrope Flüssigkeiten chemisch homogener Stoffe sind bisher nicht nachgewiesen." Dies dürfte nicht ohne Widerspruch bleiben. Auf die fließenden Kristalle bezieht sich dies nicht, dies sind weiche Kristalle. **R. Brauns.**

Die mineralischen Rohstoffe Bayerns und ihre Wirtschaft. Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt. I. Bd. Die jüngeren Braunkohlen. 8°. 128 p. mit 29 photogr. Bildern. R. Oldenbourg, Verlag München. Preis 35 Mk.

Die Kenntnis von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe in Bayern ist noch wenig verbreitet. Da die Ausbeutung einheimischer Bodenschätze immer notwendiger wird, auch von solchen, die bisher wenig beachtet wurden, ist die Kenntnis der Art ihres Vorkommens von größter Bedeutung. Hiermit will das Bayerische Oberbergamt in einer Reihe von Einzeldarstellungen, deren Herausgabe sich auf mehrere Jahre erstrecken wird, weitere Kreise bekannt machen, und eröffnet sie mit dem vorliegenden Bändchen über die Gewinnung und Verwertung der Braunkohle.

Im I. Teil wird eine geologische Darstellung der bayerischen Braunkohlenvorkommen gegeben, der Lager in Oberfranken und in der nördlichen Oberpfalz, in der südlichen Oberpfalz, in Niederbayern, in Unterfranken und im Alpenvorlande.

Der II. Teil behandelt die technisch-wirtschaftliche Auswertung der bayerischen Braunkohlenvorkommen und gibt, daran anschließend, Einzelschilderungen der bayerischen Braunkohlenbergwerke.

Am Schluß werden auf besonderen Tafeln die Ergebnisse der Kohlenuntersuchungen und Verdampfungsversuche zusammengestellt.

Der Geologe wie der Nationalökonom oder Techniker findet hier alles Wissenswerte übersichtlich zusammen. Es wäre zu wünschen, daß auch andere Länder diesem Beispiel Bayerns folgen möchten, soweit dies bisher nicht geschehen ist. **R. Brauns.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Eisenkieskristalle von Tekerő (Com. Hunyad) und Dognácska (Com. Krassó-Szörény).

Von **Karl Zimányi** in Budapest.

An der Ostseite des Fericsel-Berges der nahen Umgebung von Tekerő wird auf Eisenkies Bergbau getrieben. Die geologischen und tektonischen Verhältnisse dieses Gebietes beschrieb eingehend M. Pálfy[1] auf Grund seiner Aufnahmen.

Der Kiesstock verjüngt sich allmählich in der Teufe; im Westen, wo derselbe mit dem Karpathensandstein im Kontakt ist, ist der Kies derb und sehr rein; hingegen im Osten im Kontakte mit dem Schiefer ist derselbe sehr tonig.

G. Benkő[2] beobachtete an den Eisenkieskristallen des Fericsel-Berges aus der Grube „Acre" die Formen a {100}, o {111}, e {210}, s {321}.

Die Kristalle findet man entweder in den Drusenräumen des derben Kieses, diese sind die schönsten, auch im Quarz eingewachsen, oder in einem lockeren Ton dicht eingebettet. Dieser tonige Kies kommt in so großer Masse vor, daß er abgebaut, geschlämmt und verarbeitet wird. Die Größe der Kristallindividuen variiert von 2—3 mm bis 10—12 mm. Beobachtet wurden die Formen:

a {100}, o {111}, e {210}, s {321},
t {421}, n {211}, ω {522}, m {311}.

Am häufigsten sind die pyritoedrischen Kombinationen, viel seltener die hexaedrischen, oder an welchen o und e oder e und a im Gleichgewichte zur Entwicklung kamen. Die großen Flächen des Hexaeders und des Pentagondodekaeders sind stark gerieft. An manchen Kristallen waren die kleinen Flächen von s {321} parallel den Kanten [321 : 213] sehr zart gestreift.

Außer den einfachen e {210} und a {100} beobachtete ich die folgenden Kombinationen:

e, a; a, e; e, o; e, s; — e, o, a; e, a, s; a, e, o; e, s, a;
e, a, o, s; a, e, o, s; — e, o, n, a, ω, m; e, o, n, a, ω, t.

[1] A Magy. kir. Földtani Intézet Évkönyve. 1911. 18. 333—341 p. (ungar.)
[2] Orvos természettud. Értesítő. 1887. (XII.) 9. 217—220 p. (ungar.)

In einigen Hohlräumen des Eisenkieses fanden sich sehr spärlich Pseudomorphosen eines dünntafeligen Minerals; die dünnen Täfelchen waren drusenförmig gruppiert, ähnlich wie bei den sogen. „Eisenrosen". Begleitminerale dieser Pseudomorphosen waren weißer Quarz und bräunlichschwarze abgerundete Blendekristalle, welche sich auch an einigen Kristallen des Eisenkieses vorfanden.

Zur Feststellung der Formen wurden folgende Messungen ausgeführt:

	Gemessen:	Berechnet:
(210) : (100)	= 26° 28′	26° 33′ 54″
: (421)	= 12 37	12 36 16
: (211)	= 23 59	24 5 41
(111) : (100)	= 54 49	54 44 8
: (211)	= 19 34	19 28 16
: (522)	= 25 21	25 14 22
: (311)	= 29 37	29 29 46
(210) : (111)	= 39 20	39 13 53
: (321)	= 17 8	17 1 25

Die folgende kurze Mitteilung bezieht sich auf besonders flächenreiche Kristalle von Dognácska und einige für den Eisenkies neue Formen.

Schöne Kristalle des Eisenkieses findet man in mehreren Gruben Dognácskas. In der Grube „Simon und Juda"[1], wo im 18. Jahrhundert reiche Kupfererze gewonnen wurden, kam der Eisenkies in Begleitung von Bleiglanz und Kupferkies vor.

Die bekanntesten und in den mineralogischen Sammlungen meistens verbreiteten sind die schönen, großen hexaedrischen Kristalle, welche schon v. Born[2] erwähnt. Diese erreichen nicht selten eine Kantenlänge von 1—3 cm und finden sich in den Gruben „Petrus und Pauli" und „Markus"; in dieser letzteren kommt der Eisenkies mit den prächtigen Eisenglanzkristallen[3] vor. Die meistens hexaedrischen Kristalle sind einfache Kombinationen der gewöhnlichsten Formen a {100}, e {210}, o {111}.

Die schönsten und kristallographisch interessantesten Kristalle finden sich jedoch nicht in den Eisensteinbergbauen, sondern in den „Vier Evangelisten"- und „Charfreitag"-(Vinere mare) Gruben im Tale des Rissovabaches. Hier wurde nur auf Eisenkies Bergbau getrieben. Anfangs dieses Jahrhunderts, im Jahre 1904, wurde die Arbeit wieder begonnen, aber etwa vor 15 Jahren neuerdings eingestellt.

[1] J. Esmark, Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise etc. Freiberg, 1798. p. 77.

[2] J. v. Born, Catalogue méth. et rais. de la Collection des Fossiles de Mlle. El. de Raab. Vienne. 1790. 2. p. 273—274.

[3] Földtani Közlöny. 1887. 17; Min. u. petr. Mitteil. 1897. 16. p. 519; Neues Jahrb. f. Min. etc. 1907. XXIV. Beil.-Bd. p. 325.

Die Kristalle aus der Grube „Vier Evangelisten" erreichen eine Größe bis zu 2 cm, sind von einfacher Kombination und haben dyakisdodekaedrischen und hexaedrischen Habitus; beobachtet wurden die Formen: a {100}, o {111}, e {210}, s {321} und t {421}. — Die schönsten und flächenreichsten Kristalle von 1 mm bis 8 cm Größe stammen aus der „Charfreitag"-Grube. Es wurden nahe 80 Formen beobachtet, deren größter Teil selten ist, und von diesen waren einige nur mit unvollzähligen, sehr untergeordneten Flächen entwickelt. Beinahe an jedem Kristall kamen zur Ausbildung a {100}, e {210} und o {111}; häufig sind t {421}, s {321}, p {221} und n {211}, weniger häufig ist d {110}. Die folgenden seltenen Formen beobachtete ich nur mit ein bis zwei kleinen Flächen:

b {910}, C {16.3.0}, A {11.3.0}. D {540}, σ {760}, ψ {944}, {744}, {855}, {544}, Σ {532}, G {543}, $\mathfrak{B}$ {654}.

Die gewöhnlichen Formen s {321} und t {421} sind an den Kristallen aus der „Vier Evangelisten"-Grube häufig, hingegen an jenen von der „Charfreitag"-Grube ist s {321} ziemlich selten, gewöhnlich nur mit unvollzähligen Flächen. Nicht selten alternieren die schmalen Flächen von s {321} und t {421} miteinander und bilden scheinbar einheitliche, nach der Zone [210.001] grob gefurchte Flächen. Das Dyakisdodekaeder *{13.11.9} aus der Zone [210 : 111 = 121] ist neu, {10.7.4} wurde an den Kristallen aus New York City auch von Whitlock[1] beobachtet. Die einfacheren Kombinationen werden von 2—7 Formen gebildet, an den komplizierteren kann man nicht selten mehr als 10, zuweilen auch über 20 Einzelformen feststellen. Die herrschenden Formen o {111}, e {210}, s {321} und a {100} bestimmen den Habitus der Kombinationen. Die formenreichsten sind die oktaedrischen und pyritoedrischen, die einfachsten die dyakisdodekaedrischen und hexaedrischen; diese letzteren beobachtete ich nur an den Kristallen von der „Markus"- und „Vier Evangelisten"-Grube. An den „Mittelkristallen" sind im Gleichgewichte ausgebildet die Formen:

o = e; o = a: o = s;
o = e = t; e = a = t.

An sechs besonders formenreichen Kristallen beobachtete ich die folgenden 40 Formen (vgl. Tabelle p. 324).

Die Kristalle No. 24 und 25 hatten oktaedrischen Habitus, neben der herrschenden Form waren noch mit größeren Flächen ausgebildet d, e, D′, n. An den pyritoedrischen Kristallen No. 42 und 35 erreichten die Flächen von D′, n, o größere Dimensionen. Die Kombinationen No. 53 und 54 waren „Mittelkristalle", an dem ersteren waren die Formen e, t, o, an dem letzteren e, a, t, o beinahe im Gleichgewichte entwickelt.

[1] Americ. Mineral. 1919. 4 p. 31—32.

Formen	Nummer der gemessenen Kristalle					
	24	25	42	35	53	54
a {100}	*	*	.	.	*	*
o {111}	*	*	*	*	*	*
d {110}	*	*	*	*	*	*
ϑ {610}	.	.	.	.	.	*
J {11.2.0}	.	.	.	.	.	*
h {410}	.	.	.	.	*	*
ε {11.3.0}	*	*	.	.	.	.
$\mathfrak{D}$ {830}	*	.	.	.	.	*
O {730}	.	.	.	.	.	*
e {210}	*	*	*	*	*	*
ϑ {430}	*	*	*	*	.	.
ν {650}	*	*	*	.	.	.
σ {760}	.	.	.	.	.	.
Λ {10.11.0}	*	.	*	*	.	.
ξ' {890}	*	*	*	*	.	.
$\varkappa'$ {780}	.	.	.	*	.	.
σ' {670}	*	.	.	.	.	.
ν' {560}	.	.	.	.	*	.
D' {450}	*	*	*	*	.	.
ϑ' {340}	*	*	.	.	*	*
Γ' {570}	*	.	.	.	.	.
g' {230}	*	.	.	.	*	*
{443}	*	.	.	.	.	.
p {221}	*	*	*	*	*	*
n {211}	*	*	*	*	*	*
{12.7.7}	.	*	.	.	.	.
{855}	*	.	.	.	.	.
{544}	.	*	.	.	.	.
{16.8.1}	.	.	.	.	*	.
{10.5.2}	.	.	.	.	.	*
t {421}	*	*	*	*	*	*
R {742}	.	.	.	.	.	*
s {321}	*	*	*	*	.	*
{10.7.4}	.	*	.	.	.	.
M {432}	.	*	.	*	.	.
G {543}	.	*	.	.	.	.
$\mathfrak{B}$ {654}	.	*	.	.	.	.
* {13.11.9}	.	*	.	.	.	.
{876}	.	*	.	.	.	.
{563}	*	*	.	.	.	.

Der etwas verzerrt ausgebildete Kristall No. 25 von der Größe $2\frac{1}{2}$, 3, 4 mm ist die Kombination von 24 Formen, deren größter Teil mit unvollzähligen (1—3) Flächen zur Entwicklung kam; diese waren ϑ, σ, ι, ξ', ϑ', $\{12.7.7\}$, $\{554\}$, M, G, $\mathfrak{B}$, $\{876\}$, $\{10.7.4\}$, $*\{13.11.9\}$ und $\{563\}$. In der Zone $[100 : 111]$ wiederholen sich die Flächen o und n, in der Zone $[210 : 001]$ die Flächen der Formen p, n und $\{563\}$ vielfach; dieses negative Dyakisdodekaeder wurde auch durch die zwei Zonen $[021 : 100 = 01\bar{2}]$ und $[111 : 214 = 32\bar{1}]$ bestimmt. Das Dyakisdodekaeder $\{10.7.4\}$ wurde in zwei Oktanten mit je einer kleinen, jedoch gut spiegelnden Fläche beobachtet. Die Form liegt nahe der ebenfalls bekannten $\{753\}$, die gemessenen Winkelwerte stimmen jedoch besser mit denen für $\{10.7.4\}$ berechneten. Nun sind in der Zone $[10.7.0 : 001]$ drei Dyakisdodekaeder bekannt; diese sind $\{10.7.1\}$ an dem Eisenkies von Bingham (Utah [1]), $\{10.7.2\}$ an dem von d'Allevard [2], $\{10.7.4\}$ an dem von New York (l. c.) und Dognácska. Die neue Form $*\{13.11.9\}$ steht ebenfalls nahe zur einfacheren $\{765\}$, jedoch noch unsicheren [3]; da die einzelne kleine Fläche gut reflektierte und der gemessene Winkel besser übereinstimmte mit dem für die komplizierteren Indizes berechneten Wert, nahm ich die Form $\{13.11.9\}$ für gesichert an. Für diese vier, für die Zone $[210 : 111 = 121]$ tautozonalen Formen berechneten Winkelwerte sind:

$$\begin{aligned}(111) : (10.7.4) &= 19^\circ 17' \\ : (753) &= 18\ 5 \\ : (13.11.9) &= 8\ 27 \\ : (765) &= 7\ 45\end{aligned}$$

An diesem oktaedrischen Kristall war D' $\{450\}$ mit elf scharf ausgebildeten, vorzüglich spiegelnden kleinen Flächen vorhanden; an den pyritoedrischen Kristallen hingegen mit größeren Flächen. Die sehr schmalen, streifenförmigen Flächen von Λ', ξ' und π' oszillierten vielfach miteinander. Zur Feststellung der Formen wurden folgende Normalwinkel gemessen:

		Beobachtet:	Berechnet:
(111) :	(110)	$= 35^\circ 13'$	$35^\circ 15' 52''$
(100) :	(610)	$= 9\ 34$	$9\ 27\ 44$
:	(11.2.0)	$= 10\ 15$	$10\ 18\ 15$
:	(410)	$= 14\ 1$	$14\ 2\ 10$
:	(11.3.0)	$= 16\ 55$	$16\ 41\ 57$
:	(830)	$= 20\ 32$	$20\ 33\ 21$
:	(730)	$= 23\ 19$	$23\ 11\ 55$
:	(210)	$= 26\ 33$	$26\ 33\ 54$
(210) :	(430)	$= 10\ 18$	$10\ 18\ 17$

[1] Amer. Journ. of Sci. 1909. **27**. p. 467.
[2] Bullet. de la Soc. franç. de Minéralogie. 1916. **39**. 220 p.
[3] Annales histor. natur. Musei Nation. Hungar. 1904. **2**. p. 109.

			Beobachtet:	Berechnet:
(100)	:	(650)	= 39° 48′	39° 48′ 20″
	:	(760)	= 40 30	40 36 4
(010)	:	(10.11.0)	= 42 13	42 15 59
	:	(890)	= 41 37	41 38 0
(210)	:	(780)	= 22 19	22 14 57
(010)	:	(670)	= 40 32	40 36 4
	:	(560)	= 39 50	39 48 20
	:	(450)	= 38 32	38 39 35
	:	(340)	= 36 48	36 52 11
	:	(570)	= 35 39	35 32 15
	:	(230)	= 33 42	33 41 24
(111)	:	(443)	= 7 17	7 19 33
	:	(221)	= 15 44	15 47 35
(100)	:	(211)	= 35 16	35 15 52
	:	(12.7.7)	= 39 35	39 31 16
	:	(855)	= 41 26	41 28 23
	:	(544)	= 48 32	48 31 37
(111)	:	(16.8.1)	= 36 17	36 19 50
(210)	:	(16.8.1)	= 3 11	3 12 1
	:	(10.5.2)	= 10 8	10 8 30
	:	(421)	= 12 36	12 36 16
(111)	:	(742)	= 25 12	25 22 10
(100)	:	(742)	= 32 40	32 34 35
(111)	:	(321)	= 22 11	22 12 27
	:	(10.7.4)	= 19 15	19 17 11
	:	(432)	= 15 12	15 13 28
	:	(543)	= 11 32	11 32 13
	:	(654)	= 9 26	9 16 28
	:	(13.11.9)	= 8 27	8 26 39
	:	(876)	= 6 37	6 39 11
(563)	:	(021)	= 36 36	36 41 57
	:	(111)	= 14 56	14 57 55

An dem Eisenkies sind bereits über 200 Formen bekannt; natürlicherweise finden sich darunter manche mit hohen oder komplizierten Indizes, wie dies an jedem formenreichen Minerale beobachtet wurde. Man darf nicht jede dieser Formen ohne weiteres als Vizinale betrachten, selbst dann nicht, wenn dieselben mit untergeordneten und unvollzähligen Flächen entwickelt wären; waren die Reflexe gut, vielmehr wenn auch noch zwei Zonen bestimmbar waren, können diese Formen zu den sichergestellten gerechnet werden. Sollten diese auch von anderen Fundorten angegeben werden, so ist ihre Sicherheit noch bestärkt. Derartige bekannte Formen sind z. B. am Eisenkies: {10.3.0}, {12.5.0}, {10.7.0}, {17.14.0}, {10.5.1}, {10.5.2}, {13.7.1}, {951}, {10.6.1}, {10.7.4}, {987}.

Budapest, den 15. Februar 1922.

Hohlräume und Wassereinschlüsse in Bernstein.

Von **Paul Dahms** in Zoppot a. Ostsee.

Von den Entstehungsarten der Hohlräume im Bernstein sind besonders zwei bekannt. Für die einen gaben tierische und pflanzliche Reste den Anstoß; sie blieben am klebrigen Balsam haften, wurden von weiterem flüssigen Material bedeckt und zerfielen trotz der Umhüllung im Laufe der Zeit. Luft fand ihren Zutritt zu ihnen, die gasförmigen Zersetzungsprodukte gelangten auf dem gleichen Wege nach außen, und nur die widerstandsfähigsten Reste blieben zurück. — Im zweiten Falle ging die Bildung von dem Zellinhalt der Bernsteinbäume aus. Bei dem gewaltsam verlaufenden Harzfluß gelangte flüssige organische Substanz in den Balsam und erfuhr eine gleiche Zersetzung wie die oben erwähnte von Resten aus dem Tier- und Pflanzenreich.

Wie der Bernstein sich an der Luft mit einer tiefer gelb, rot bis braun gefärbten Hülle bedeckt, verändert sich auch die Oberfläche der Hohlräume. Sie umgeben sich mit einer Hülle, die dunkler als das andere Material gefärbt ist, besonders wenn sie größere Ausdehnung haben. Bei den kleinen und tiefer liegenden Bläschen der weißen Bernsteinarten ist das meist nicht der Fall. Hier ist das Ausgangsmaterial nicht durch den Klärungsvorgang geläutert und dadurch seiner terpentinartigen Beisubstanzen beraubt. Die Wege, die der Luft den Zugang in das Mineral gestatten könnten, sind deshalb noch verschlossen. Hierauf ist auch die Tatsache zurückzuführen, daß sie in vielen Fällen noch Reste enthalten, denen die nur spärlich hinzutretende Luft nichts anhaben konnte. Über die Natur dieser Überbleibsel ist noch so gut wie nichts Näheres bekannt (11, p. 36).

Bei künstlich durchgeführten Klärungsvorgängen mit erwärmtem Öl können die tiefer getönten Zersetzungsprodukte herausgelöst werden, während die Hohlräume sich gleichzeitig mit ausgelaugten harzigen Massen und dem benutzten Öl füllen. Der Bernstein selbst wird dadurch aber in gewissem Sinne gelockert, der Luft der Zutritt ins Innere erleichtert und für eine neu einsetzende, in verstärktem Maße wirkende Zersetzung Gelegenheit geboten. Deshalb hat man in der Praxis versucht, die auf diese Weise geschaffenen Bahnen für die eindringende Luft zu verschließen und bei der sog. Klärung auf trockenem Wege (durch bloßes Erhitzen im Sandbade) eine nachträgliche Behandlung in geschmolzenem Talg für angezeigt gefunden.

Außer diesen beiden Arten von Hohlräumen gibt es verschiedene andere, deren Entstehung nicht so einfach zu erklären ist. An der Hand des reichen Materials aus den Sammlungen des Westpreußischen Prov.-Museums in Danzig und einer Reihe von Stücken, die ich Herrn Pfarrer Winkler — früher in Zoppot — verdanke,

soll hier der Versuch gemacht werden, über ihre Entstehung und ihr späteres Geschick einiges zu ermitteln.

Jede hervortretende, von Bläschen getrübte Balsammasse zeigt das Bestreben, diese Bläschen nach außen hin treten zu lassen. Hierbei vereinigen sie sich unter Wirkung der Sonne zu je zweien oder mehreren, und die hierbei entstehenden Bläschen treten wieder zu größeren zusammen. Dieser Vorgang läßt sich bereits an Harztropfen in unsern Wäldern erkennen; schon kurze Zeit nach ihrer Entstehung verwandeln sich die oberflächlichen Teile der getrübten Masse in einen durchsichtigen Mantel, der mit der Zeit an Dicke zunimmt. Noch besser zeigt dieser Vorgang sich dort, wo stark verflüssigte und bereits mehr oder weniger geklärte Balsamsubstanz herabfließt und Schlauben bildet. Bereits nach kurzer Zeit, die weniger als 1 Stunde beträgt, verwandelt sie sich oberflächlich in physikalischer und chemischer Hinsicht, während das Innere seine frühere Beschaffenheit beibehält: diese Veränderung erfolgt vorzugsweise durch den Verlust von Beisubstanzen. Die aufsteigenden Bläschen versuchen, den Balsam zu verlassen, werden aber durch die gebildete Haut daran verhindert und, solange sie noch verhältnismäßig klein sind und der Balsam flüssigere Beschaffenheit hat, durch den Auftrieb abgeplattet. Eine nicht unerhebliche Rolle spielt dabei der Umstand, ob die Balsammasse mit den Bläschen die äußerste Hülle der Schlaube bildet oder ob noch weitere Decken sich darüberbreiten. Ist letzteres der Fall, so wird ihr Aufwärtssteigen stark verlangsamt und ein Abplatten an der Grenzfläche mehr oder weniger unmöglich gemacht.

An vielen Bernsteinstücken kann man Bläschen wahrnehmen, die beim Emporsteigen sich in bestimmte Flächen in Schlauben, in schlaubig geflossenen Zapfen und in scheinbar formlosen, klaren Stücken angeordnet haben; sie sind bei ihrem Versuch, nach außen zu gelangen, an einem Widerstand hängen geblieben. Dieser hebt sich gelegentlich durch eine etwas tiefere Färbung ab, oder ein Irisieren deutet darauf hin, daß hier ein Spalt in Bildung begriffen ist; schließlich kann ein solcher selbst wahrgenommen werden. Daß solche Anordnungen an Flächen und späteren Spalten stattfinden, erklärt sich daraus, daß jede Grenzfläche durch eine tiefgreifende Veränderung des Harzmaterials entstand und bei Verwitterungsvorgängen den Versuchen des Bernsteins, zusammenzuschrumpfen, Widerstand entgegensetzt. Jede Schlaube, die mit der Zeit das Bestreben äußert, in einzelne Lamellen zu zerfallen, weist auf das Vorhandensein dieser Tatsachen hin. — Daß oberflächlich verändertes Bernsteinharz Bläschen am Austreten hindert, kann man an manchen Grenzflächen erkennen, die mit solchen winzigen Gebilden dicht bedeckt sind; viel seltener zeigen sich größere Hohlräume, vereinzelt auch organische Reste aus dem gleichen Grunde durch solche ansitzenden Bläschen chagriniert.

An einigen Stücken ist diese trennende Schicht auf keine Weise zu erkennen, bei andern wird sie dadurch hervorgehoben, daß in ihr organische Reste, besonders die Blatthaare von *Quercites Meyerianus* Goepp. angeflogen sind. Wo sich Bläschen an solcher Fläche abplatteten und diese der Schliffläche des Stücks parallel verläuft, zeigt sich u. d. M. die Erscheinung, daß sich mit dem Einstellen des Kugelsegmentkreises auch die Einschlüsse sämtlich in ihrer größten Schärfe darstellen.

Wo größere Bläschen an organischen Resten durch Zusammentreten kleinerer entstanden, haben sie vielfach nicht kugelförmige Gestalt: der von den späterhin erfolgten Decken und deren Zusammentrocknen ausgeübte Druck einerseits, andererseits aber auch Auftrieb und Kohäsion bewirkten ihre Deformation. — Bei tierischen Inklusen kommt noch hinzu, daß sie teilweise aus flüssigen Ausscheidungen hervorgingen, die beim Tode ausgestoßen oder bei den Vorgängen der Verwesung in der noch nachgiebigen Harzmasse durch Zersetzungsgase gebildet wurden. Die an Spinneneinschlüssen reiche Kollektion des Danziger Forschers A. Menge im Provinzialmuseum gibt reiche Belege dafür. Bereits im Jahre 1856 konnte er bei dem jungen Männchen einer Sackspinne, *Amaurobius spinimanus* Menge, die Beobachtung machen, daß aus dem After eine große Masse des Leibesinhaltes hervorgedrungen war (15, p. 8). Noch ergiebiger waren die Ergebnisse bei der Bearbeitung der Bernsteinspinnen im Berendt'schen Werke 1854, das von dem Verfasser, dem Spinnenkenner C. L. Koch, reich mit Anmerkungen, von A. Menge mit Vorwort und Bemerkungen versehen wurde. Abgesehen von den Ergebnissen der Untersuchungen, daß viele Spinnen zwischen ihren Haaren die Luft in eigentümlicher Weise (4, p. 24, Bem. 1) festgehalten und dadurch einen silbern glänzenden Überzug bekommen haben, wird von beiden Fachleuten jedes Stück genau geprüft und alles Wissenswerte festgelegt. Außer Blasen, die an hervorragenden Teilen, an Haaren, Höckerchen und Spinnwarzen beim Einschluß durch den Balsam festgehalten wurden, werden solche erwähnt, die sich am Munde, dem After und den Genitalien gebildet hatten. Auftreibungen an dem weichen eingeschlossenen Hinterleib durch Zersetzungsgase wurden wiederholt beobachtet; ferner war oftmals der Leib durch den inneren Druck zerrissen, so daß der flüssige Inhalt mit Luftblasen hervordrang (4, p. 33, Bem.). Die Gelegenheit zur Bildung von Hohlräumen in Bernstein durch eingeschlossene Spinnen war deshalb besonders günstig. Von den 97 hier beschriebenen Arten (Klasse Arachnida, 1. Ordn. Spinnen Aranina) werden bei 11 bemerkenswerte Luftblasen vermerkt, d. h. rund 11 %, von den anderen ganz abgesehen. — Bei dem Durchsehen der Sammlungstücke, die Spinnen enthielten, fand ich kein einziges, das vollständig frei von auffälligen Blasen gewesen wäre.

Diese Hohlräume brauchen nun nicht gerade dort entstanden zu sein, wo sie jetzt angetroffen werden; von dem Orte ihrer Entstehung können sie durch nachfolgende Flüsse des Balsams verschleppt worden sein. Durch Versuche mit Kanadabalsam läßt sich das nachweisen.

Seifenblasen und kleine Flüssigkeitstropfen widerstehen dem Versuch, sie zu vereinigen; wenn man sie gegeneinanderschleudert, prallen sie voneinander ab. Es bleibt eine dünne Haut von dem Mittel, in dem sie sich befinden (Luft), zwischen ihnen, und diese hält sie getrennt. Erst durch Elektrisieren, durch Ruß, Schmutz kann der Widerstand beseitigt werden (5, p. 43, 53). Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Luftblasen im Bernstein. — Bei den winzigen Bläschen in den getrübten Arten des Bernsteins kann man ein Zusammentreten von ihnen zu größeren leicht wahrnehmen. Es geschieht das wohl aus dem Grunde, weil die Bläschen teilweise noch eine Füllung haben und die Bernsteinmasse noch ölige Verbindungen als Beisubstanzen enthält. Bei größeren, die fast oder vollkommen leer an solchen Verbindungen sind, ist eine Vereinigung kaum wahrgenommen worden. — In einem besonders demonstrativen Stück liegt eine Reihe von rundlichen Bläschen, deren Durchmesser im Durchschnitt 1,6 mm beträgt; Abweichungen von diesem Mittelwert sind nur geringfügig. Sie liegen dicht hintereinander, wohl auch nebeneinander, und sind in der Richtung ihres Verlaufs etwas verlängert; stellenweise sind sie so dicht zusammengedrängt, daß sie sich abplatteten. Solche Reihen von Blasen liegen aber auch übereinander. Diese können nur dadurch entstanden sein, daß kleine Bläschen beim Klären des Bernsteins zu größeren zusammentraten, emporstiegen und an einer Grenzschicht aufgehalten wurden. In diesem Falle handelt es sich um eine Schlaube, also um eine Bildung, die aus einzelnen, wellig übereinandergebreiteten Flüssen gebildet wurde. Die Bläschen stiegen bis zu den höchsten Teilen einer länglichen Welle empor und drängten sich hier zusammen. Wo sie einzeln lagen, konnten sie sich der gebotenen Falte durch Strecken in die Länge etwas anschmiegen, wo sie sich nebeneinander in den Raum teilen mußten, platteten sie sich ab. — Bei derartigen Schlaubenbildungen hat eine Reihe aufeinanderfolgender Decken entsprechende Form. Deshalb konnte sich über der ersten Reihe solcher Bläschen eine weitere, und zwar in der gleichen Richtung und von gleichem Aussehen ausbilden. — In einem weiteren Falle (G. S. 3435) liegt schlaubiges, von der Verwitterung stark mitgenommenes Material vor, über das sich eine Schicht von klarem Bernstein breitet. Es enthält Reihen von Luftblasen, deren Durchmesser zwischen 1 und 2 mm schwankt; sie liegen ebenfalls auf einer Sattellinie und sind mehr oder weniger abgeplattet. Dadurch, daß die Schlaube kaum durchsichtig ist, heben sie sich von ihr besonders lebhaft ab.

Mitunter liegen solche größeren Hohlräume in größeren Mengen ohne erkennbaren Grund in klarem Material übereinander, wobei sie Sack- oder Käseform annehmen. In letzterem Falle betrug ihre Höhe etwa $\frac{1}{3}$ vom Durchmesser. In anderen Fällen lagen sie, stark abgeflacht, an einer Grenzfläche, umgeben von winzigen Bläschen, aus denen sie sich etwa nach Art von Sammelkristallen abhoben. Die Bläschen befanden sich dicht nebeneinander in stark verwitterter Substanz, die beim ersten Zusehen klar zu sein schien und eine dunkelbraune Grundmasse bildete. Sie hatten einen Durchmesser von 72—108 μ, während der von den größeren Blasen etwa 20mal so groß war.

Bei dem Verwesen der organischen Einschlüsse entstehen gasförmige Zersetzungsprodukte, die durch den Bernstein entweichen. Es liegt deshalb nichts näher als die Annahme, daß auch nach innen hin die Möglichkeit eines Weges bestehe. Da die Hohlräume der früheren Reste von Luft erfüllt sind, ist es für diese ohne weiteres erwiesen. Ebenso ist anzunehmen, daß auch Flüssigkeiten das fossile Harz durchdringen können, da Einschlüsse von Wasser mit der Zeit verdunsten. Daß die Bewegungsmöglichkeit auch in umgekehrter Richtung besteht, bestätigen die Stücke, welche in dieser Flüssigkeit aufgehoben werden. — Die Stücke mit Hohlräumen aus dem Provinzialmuseum (Kollektion Dr. Helm) werden in ihr aufbewahrt, um die Luft mit ihren oxydierenden Wirkungen von ihnen fernzuhalten; um die Entwicklung von Algen zu verhindern, ist ein Zusatz von etwa 0,3—0,5 % Formol erfolgt. Soweit sie von der Aufbewahrung in trockenen, dunkel gehaltenen Gefäßen direkt diese Konservierung erfuhren, sind sie vorzüglich erhalten, fast sämtlich ohne Risse und Sprünge, und doch hat die Flüssigkeit im Laufe von 6 und mehr Jahren den Weg ins Innere gefunden. Je nach der Entfernung der Bläschen von der Oberfläche, dem Erhaltungszustand der Stücke und dem Alter der Schliffflächen, sowie der inneren Struktur des Materials, wie sie durch Fließen und Zusammenschmelzen bedingt wurde, sind sie in größerer oder kleinerer Zahl, mehr oder minder vollständig mit Flüssigkeit erfüllt. Die Legende vom „vorsündflutlichen Wasser", die hier und dort immer wieder auftaucht, kann also endgültig fallen gelassen werden. Anders liegen die Verhältnisse, wo diese Art der Konservierung erst in letzter Zeit stattfand, während man die Stücke früher in verdünntem Alkohol aufbewahrt hatte. Wurden sie zum Zweck der Besichtigung aus der Flüssigkeit herausgenommen und lagen sie nur kurze Zeit trocken, so zeigten sie sich durch die lösende Wirkung des Alkohols stark verändert. Die Schaustücke mit wertvollen Einschlüssen sind meist Schlauben oder Zapfen, seltener Gebilde ohne erkennbare Schichtung. Zwischen die einzelnen Schalen hat sich der Alkohol lösend hineingearbeitet und sie mit mehr oder weniger breiten Rissen durchsetzt, welche die abgetrockneten Stücke

wie weiße Hüllen und Schleier durchziehen. Auch auf den Oberflächen selbst ist eine schädliche Veränderung hervorgegangen; durch verhältnismäßig wenig tiefgehende Spalten, die senkrecht zu ihnen stehen und durch Totalreflexion spiegeln, entstand eine Felderung, die in hohem Maße die Untersuchung der Einschlüsse erschwert. — Über weitere schädigende Wirkung des Alkohols als Konservierungsmittel für Bernstein hat bereits v. Lengerken (13, p. 284, 285) berichtet. —

Bei derartigen Proben konnte man leicht auf den Gedanken kommen, daß Flüssigkeit den Weg ins Innere des Steins nur auf Spalten finden könne. Das in diese eingedrungene Wasser erfüllt sie ganz, vielfach aber in eigenartig lappigen Blättchenformen, die an *Fucus* erinnern. Es handelt sich dabei also um bloße Infiltrationen, wie sie R. Klebs beschreibt, wenn er von der Prüfung solcher Falsifikate spricht, bei denen Mastix durch starken Alkohol gelöst wird (12, p. 219).

Bei dem Füllen eines Hohlraums zeigt sich die Luft als Libelle: sie nimmt mehr und mehr ab, um schließlich vollständig zu verschwinden. Beim Austrocknen taucht sie wieder auf, wächst mehr und mehr und erfüllt schließlich den Hohlraum ganz. Ist dieser vollkommen oder annähernd kugelförmig, so sucht sie stets seine am höchsten gelegene Stelle auf; anders verhält es sich, wenn nur ein Kugelsegment vorliegt. Besonders, wenn es nur flach ist, setzt sich die Flüssigkeit dort fest, wo die gekrümmte und die ebene Fläche unter kleinem Winkel kapillar zusammentreffen. Sie kann so fest haften, daß die Libelle, welche stets rund zu bleiben trachtet, ihren Platz unbeweglich in der Mitte des Hohlraums hat. — Sobald die Hohlräume nur annähernd die Form eines Uhrglases haben, nimmt die Libelle einen mehr nach dem Rande hin geschobenen Platz ein; meist haben sie aber nicht die rein ideale Form eines Kugelsegments, sondern ihr Umriß ist elliptisch oder oval. Dann versucht das Luftbläschen je nach der Form des Hohlraums im oberen oder unteren Teile eine Stelle einzunehmen und diese beizubehalten. — Oft vermag man sie zu lockern und damit Gewißheit zu gewinnen, daß tatsächlich ein Flüssigkeitseinschluß vorliegt. Am besten gelingt das, wenn man das zu prüfende Stück mit einer Hand faßt und deren Wurzel kurz in die Fläche der anderen Hand schlägt. Oft sind mehrere solche Versuche notwendig, bis die erwartete Bewegung der Libelle eintritt.

Beim Zusammentrocknen des Bernsteins setzen die Wölbungen größerer Bläschen den Bewegungen im Harz Hemmungen entgegen, beim Ausgleich der Spannungen veranlassen sie das Zustandekommen eigenartiger Sprünge, sog. „Flinten“ (eigentl. Flinzen, Flinsen, Plinsen: es sind das flache, kreisrunde Kuchen). Das Auseinandertreten der Bernsteinmasse erfolgt meist in der Richtung des geringsten Widerstandes, z. B. auf früheren Grenzflächen, doch auch in anderer Richtung, wie die auftretenden Druckkräfte sie

vorschrieben. In einem Falle war eine Luftblase durch eine Flinte in der Richtung des größten Durchmessers halbiert. Eine zweite stellte sich als halbe Ellipse senkrecht zu ihr und eine dritte gleich große verlief gegen die erste unter 60° Neigung; alle drei schnitten sich in der gleichen Linie. Diese war etwa 4—5 mal so lang als der Durchmesser des Bläschens. Alle 3 Flinten waren ferner am Rande auf etwa $\frac{1}{4}$ des Durchmessers radial gestreift; es ist das ein Zeichen für ihr langsames Vordringen in die Bernsteinmasse. Die Luftblase selbst haftete an einem großen Sprung, der nur durch Irisieren angedeutet war.

Bei dem Ausgleich der Spannungen durch Druck und Zug werden einige Bläschen zu flachen Scheiben; abgeplattete Hohlräume versuchen bei dieser Gelegenheit andererseits sich abzurunden. Sie üben dabei einen erheblichen Druck aus, der sich dadurch äußert, daß der Bernstein in der Umgebung Sprünge bekommt. — Blasen, welche sich abplatten, lassen Flinten hervorgehen, die bei jedem Ausgleich von sich summierenden Druckkräften wachsen, bis diese erschöpft sind, beim Auftreten neuer, genügend starker Kräfte abermals wachsen und ihre jedesmalige Zunahme durch die Ausbildung neuer Wachstumszonen erkennen lassen. — Diese im Bernstein sich abspielenden Vorgänge lassen Sprünge und Sprungsysteme entstehen, die sich ebenso von der äußeren Oberfläche der Stücke, wie von der inneren ihrer Hohlräume aus bilden.

Bläschen im Bernstein, die durch scheibenförmige Sprünge an das Bild des Planeten Saturn erinnern, sind bereits beschrieben (6, p. 12). Sie erwecken in solchen Stücken, die von einem Gewirr von Rissen und Sprüngen durchsetzt und deshalb nur von einer Richtung aus betrachtet werden können, leicht die Vermutung, daß man es mit einem gefüllten Hohlraum zu tun hat, in dessen Mitte ein unbewegliches Luftbläschen ruhe. Auch die Betrachtung durch das Mikroskop führt hier zu keinem einwandfreien Ergebnis; am vorteilhaftesten sucht man sich durch das eben beschriebene Stoßen des Stücks Klarheit zu verschaffen.

Daß Wasser und Luft vorzugsweise in Blasen des aus der See oder aus feuchtem Boden (11, p. 100, No. 11676—11683) gewonnenen Steines gefunden wird, ist von vielen Forschern und Beobachtern festgestellt worden. G. C. Berendt betont bereits, daß auch die Hohlräume der Inklusen im Seestein Wasser enthielten, und erwähnt den durchsichtigen Einschluß einer Spinne, in deren Innerem sich Wasser und eine Libelle befand, die bei jeder Drehung des Stücks zur höchstgelegenen Stelle emporstieg (3, p. 39). Auch Versuche über das Eindringen von Wasser in Hohlräume des Bernsteins unter dem Druck einer etwa 50 cm hohen Wassersäule hat er mit „einigem Erfolg“ angestellt (2, p. 31; 3, p. 39). Sendel fand bereits, daß das eingeschlossene Wasser nicht immer süß sei, doch wollte er den Geschmack nicht von dem Salzgehalt des Meer-

wassers, sondern von dem des Vitriols und anderer Salze in den Bergen herleiten (16, p. 314, § XLIX). Diese Behauptung wird in vielen Fällen dadurch gestützt, daß organische Überbleibsel der organischen Einschlüsse Markasit auf sich niedergeschlagen haben.

Wo sich im Inneren der Stücke Sprünge bilden und sich Spuren von ihrem ersten Auftreten durch kaum erkennbares Farbenspiel bemerkbar machen, zeigt das eingesaugte Wasser gelegentlich an, daß sie nicht überall gleich weit sind. So war in einem Falle die Flüssigkeit über den ganzen Sprung nur in unvollständiger Weise ausgebreitet, in ihrem Zusammenhang war sie durch kreisrunde Luftscheibchen und kleine Vakuolen unterbrochen. Es entstand dadurch ungefähr das Bild von einer etwa kreisförmigen bis elliptischen Pflanzenzelle mit ihrer Protoplasmawandung und ihren Protoplasmasträngen. An der einen länglichen Seite war die Kontur derart undeutlich, daß sie nicht mit Sicherheit erkannt werden konnte, doch hatte hier die Verwitterung bereits unter Bildung anderer kleiner Risse eingesetzt. — Abgeflachte Bläschen können in rundliche Sprünge übergehen und durch die wandernden, leicht schmelzbaren Bestandteile des Harzes sich füllen und vollständig zuheilen. Man trifft diesen Vorgang in allen möglichen Phasen an. Schließlich bleibt nur noch ein bräunlicher Ring übrig als Rest des Flächensaumes, in dessen spitzem Winkel sich der Sauerstoff der Luft besonders anhäufte und energisch oxydieren konnte.

Es ist nicht nur gelungen, die Hohlräume des Bernsteins mit Wasser, sondern auch mit Glyzerin zu füllen. Auch durch Erwärmen in Öl vermag man sie zu füllen, doch wird dabei ein Teil seines Harzes ausgelaugt. Klebs gelang es, diese leicht schmelzbaren und leicht löslichen Bestandteile dadurch zur Klärung des Steins zu verwenden, daß er ihn unter erhöhtem Druck (3 Atm.) erwärmte (12, p. 229). Unwillkürlich muß man sich fragen, weshalb die Hohlräume der Einschlüsse sich im Laufe der Zeit nicht schließen, während die getrübten Bernsteinarten sich beim Tragen, beim Gebrauch oder beim Lagern klären. Tatsächlich scheinen mehr von ihnen gefüllt zu sein, als man sich bisher vorstellte. Berendt nimmt bereits in manchen Fällen eine Art unvollkommener Verharzung an (3, p. 41), doch erst v. Lengerken gelang der Nachweis, daß Imprägnationen mit Bernstein vorkämen; in einem Falle fand er die Leibeshöhle eines *Trichopteron* mit Bernsteinmasse erfüllt (13, p. 285, 286). Ich selbst fand einige angeschnittene, zusammengesunkene Bläschen mit ihr erfüllt, die härter und widerstandsfähiger war, als der umgebende, etwas verwitterte, tiefer gefärbte Bernstein; beim Schleifen des Stücks bröckelte dieser leicht ab, während die jüngere Substanz dadurch etwas hervortrat. Auch im verwitterten Schwarzharz (Stantianit) gelang es mir, Bläschen anzutreffen, die mit einer gelblichen bis farblosen, wasserklaren Harzmasse ähnlichen Ursprungs erfüllt waren. — Es ließe

sich die Frage aufwerfen, weshalb die Formen eingeschlossener, früherer Tier- und Pflanzenreste trotz der teilweisen oder vollständigen Ausfüllung noch zu erkennen sind, obgleich sie ganz oder teilweise Harzsubstanz enthalten. Die Beantwortung scheint sich leicht durch die Tatsache zu erledigen, daß diese Hohlräume sich oberflächlich oxydieren und dabei tiefer färben, daß die Ausfüllung aber erst verhältnismäßig spät, nach Beginn der Verwitterung, erfolgte. Es wäre freilich nicht uninteressant, zu untersuchen, ob eine Reihe von absonderlich geformten Blasen in stärker verwittertem Bernstein nicht auf die eine oder andere Weise aus den Hohlformen eingeschlossener Organismen — etwa von Spinnen — entstanden sein mag.

Hohlräume können, wie bereits erwähnt, auch entstehen, wenn Bernstein verwittert. Sie treten dort auf, wo bei seiner Bildung durch Fließen und Tropfen eine einheitliche Masse nicht entstand, besonders auf den Grenzflächen der einzelnen Komponenten. Unter günstigen Umständen beginnen sie mit der Ausbildung rundlicher Sprünge, die beim Auseinanderweichen mittels kleiner Tröpfchen des leicht schmelzbaren Harzbestandteils vorläufig noch im Zusammenhang bleiben (7, p. 194), oder mit solchen von *Fucus*-ähnlichen Umrissen (11, p. 96 No. 11286 u. p. 100 No. 11684 —11689). Bietet das Material größeren Widerstand, so werden die Risse in Form von Wimpern und spitzzähnigen Sägeblättern in den Bernstein getrieben (7, p. 194). Wo sich Markasit niederschlägt, hilft er mit seinen Verwitterungsprodukten, die ein größeres Volumen als das Mineral selbst haben, beim Aufblättern des Bernsteins erheblich mit (12, p. 223). Er findet sich auf den Spalten und Hohlräumen nicht allzu selten und ist als Schlamm (16, p. 312), Sand (9, p. 218, 219) und Schwarze Erde (16, p. 303, 313; 3, p. 39) in älteren Schriften wiederholt erwähnt. — Auch Einschlüsse geben beim Auftreten von Spannungen Veranlassung zur Bildung von Sprüngen. Diese gehen vom Leibe und den Extremitäten aus, als wären sie mit Reihen von Läppchen, Wimpern und anderen Anhängseln besetzt, später bilden sie Flinten, wie bereits erwähnt (7, p. 217), mit konzentrischen Riefen. Diese haben dann die Vorstellung erweckt, daß in ihnen die Bahnen der Gliedmaßen zu sehen seien, die das Tier in seiner Todesangst bewegte (3, p. 37, 42; 17, p. 104 und Abbild. auf p. 118). Abgesehen von dem Umstand, daß bei den vielfach recht zarten Gliedmaßen eine solche Kraft als viel zu gewaltig angenommen werden müßte, daß ferner dünnflüssiger Balsam sich bald wieder einebnen konnte, solcher von dickerer Konsistenz aber das Tier nicht so eng anschließend bedeckt hätte, treten bei genauerer Betrachtung derartiger Inklusen noch weitere Bedenken auf. Die gerieften Flinten sind auch dort, wo die umflossenen Tiere nicht hinreichen konnten, und lassen sich ferner auch bei pflanzlichen Einschlüssen wahrnehmen. (Schluß folgt.)

Die Terrassen der Sieg von Siegen bis zur Mündung.

Von **Hermann Knuth.**

Den Terrassen der Sieg ist bis jetzt keine Untersuchung gewidmet worden. Nur einzelne Arbeiten, die sich mit dem Rheindiluvium beschäftigen, erwähnen flüchtig die Grenzen desselben gegen das der Sieg. Geologische Spezialkartierungen des in Betracht kommenden Gebietes sind, ausgenommen Blatt Siegburg[1], nicht vorhanden. Die vorliegende Arbeit beruht auf Spezialaufnahmen im Maßstab 1 : 25 000. Diese wurden flußaufwärts bei Siegen abgeschlossen, weil sich die Sieg daselbst in mehrere einander gleichwertige Quellbäche auflöst und darüber hinaus durchgehende Terrassen nicht mehr zu verfolgen sind. Die bearbeitete Strecke hat eine Länge von über 120 Flußkilometern. Die nachfolgenden Ausführungen sollen, ohne auf Einzelheiten einzugehen, nur kurz die Ergebnisse der Untersuchung bringen[2].

A. Die allgemeinen Verhältnisse im Flußgebiete.

Die Sieg entspringt in 608 m Höhe s. des Ederkopfes und durchfließt, auf große Strecken in eingesenkten Mäandern, das rechtsrheinische Schiefergebirge in ungefähr O—W-Richtung. Bei Hennef tritt sie in den s. Zipfel der Kölner Bucht ein und mündet nach etwa 144 km langem Laufe unterhalb Beuel in den Rhein (45 m ü. d. M.).

Der Fluß durchquert bis zum Austritt aus dem Gebirge, ebenso wie die meisten ihm innerhalb desselben zufließenden Nebenbäche, ausschließlich Schichten des Unterdevons. Nur einige Bäche, die vom hohen Westerwald herkommen, berühren tertiäre Ablagerungen. Innerhalb der Kölner Bucht fließt die Sieg über tertiäre Schichten, auf welchen daselbst auch teilweise ihre diluvialen Schotter liegen.

Die Sieg ist im Oberlaufe in die bis über 600 m hohe Rumpffläche des rechtsrheinischen Schiefergebirges eingeschnitten. Dieselbe dacht sich etwa bei Wissen nach W zu einer tieferen 350—360 m hohen Fläche ab, die der Trogfläche Philippson's (obere Partie der Hochböden Mordziol's) entspricht, welche von diesen als Talboden des ältesten — präpliocänen — Rheins betrachtet wird. Sie senkt sich gegen den Abbruch zur Kölner Bucht sanft bis auf 200 m ab.

[1] E. Kaiser, Geologische Darstellung des Nordabfalls des Siebengebirges. Verh. Naturhist. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westf. 1897. Die auf Blatt Siegburg ausgeschiedenen diluvialen Geschiebe mußten nach neuen Gesichtspunkten gegliedert werden, da Kaiser hier Ablagerungen von verschiedenem Alter und verschiedener Herkunft zusammenfaßte.

[2] Die Arbeit wird vollständig voraussichtlich demnächst in der neuen Sammlung: „Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande", herausgegeben von Prof. Philippson, Leipz. Akad. Verl.-Ges., erscheinen.

B. Die tertiären Terrassenreste.

Irgendwelche vordiluvialen Siegablagerungen wurden nicht gefunden. Jedoch treten — besonders auf der Strecke Stromberg—Wissen — rund 70 m über den höchsten Diluvialterrassen beiderseits des Flusses breite, ebene, geröllfreie Flächen auf, die wohl als Reste eines älteren Talbodens aufzufassen sind. Diese Verhältnisse sprechen für die Existenz einer prädiluvialen Sieg, die, nach dem Verhältnis ihres Talbodens zu den andern Formelementen zu schließen, höchstwahrscheinlich pliocänes Alter hatte und vielleicht ein Äquivalent des pliocänen Rheins gewesen ist. Die weitere Geschichte der Sieg während des Diluviums läßt sich dann auf Grund der Schotterterrassen sicher feststellen.

C. Die diluvialen Terrassen der Sieg.

Hauptsächlich zwei längs des ganzen Unter- und Mittellaufes zu verfolgende diluviale Terrassenzüge begleiten die Sieg: eine obere Terrasse, die der Hauptterrasse des Rheines entspricht und am besten erhalten ist, und eine mittlere Terrasse, die äquivalent der unteren Mittelterrasse des Rheines ist. Eine Niederterrasse dagegen läßt sich durchgehends nicht verfolgen, während der oberen Mittelterrasse (Steinmann's Hochterrasse) entsprechende Talbodenreste innerhalb des Gebirges überhaupt nicht vorhanden sind.

I. Die Hauptterrasse.

Die Hauptterrasse der Sieg ist nicht einheitlich, sondern gliedert sich in zwei Stufen, die normalerweise einen Höhenunterschied von 10—15 m aufweisen. Die beiden Staffeln sind für sich im Gelände meist nicht scharf und klar ausgeprägt; im allgemeinen kleidet Lehm oder Löß den Gefällsknick mehr oder weniger aus.

1. Die petrographische Ausbildung der Hauptterrassenschotter.

Die Zusammensetzung der Schotter der Sieghauptterrasse ist entsprechend dem Einzugsgebiet des Flusses, das schon im Diluvium dem heutigen gleich gewesen sein muß, einförmig. Die Schotter stellen eine Musterkarte der in dem Gebiet auftretenden unterdevonischen Gesteine dar. Dazu kommen noch weniger häufig Basalte und Braunkohlenquarzite, die vom hohen Westerwald herrühren und sich — in den jüngeren Terrassen — bis Betzdorf hinauf verfolgen ließen. Auffallend ist innerhalb des Gebirges die außerordentliche Armut an Quarzgeröllen. Erst beim Eintritt in die niederrheinische Bucht weisen die Ablagerungen durchweg einen etwas höheren Gehalt an Quarzen, die tertiären Kiesen entstammen, auf. Charakteristisch sind die der Hutzone der ausstreichenden Erzgänge entstammenden Gerölle mit Brauneisen und (sehr selten!) Eisenglanz und ferner ein gewisser Prozentsatz an sehr eisenschüssigen roten und braunen Sandsteinen.

Die Rollung der Geschiebe ist im allgemeinen ausgezeichnet. Die Mächtigkeit der gewöhnlich schlecht geschichteten Schotter beträgt 2—3 m. Die Sandführung ist gering. Das Zwischenmittel zwischen den einzelnen Geröllen ist meist tonig-lehmig. Die Verwitterungsintensität der Gerölle schwankt lokal. Die Geschiebe sind vielfach mit einem Überzug von Brauneisen und Mangan versehen. Das Aussehen der Hauptterrassenschotter ist so im allgemeinen rötlichbraun.

Die sämtlichen Ablagerungen der Sieg erwiesen sich als vollkommen kalkfrei. Die Schotter der beiden Stufen der Hauptterrasse zeigen die gleiche petrographische Zusammensetzung.

2. Zusammenfassende Beschreibung der Hauptterrasse.

Die Hauptterrasse der Sieg setzt ö. des Hanf- und Brölbaches in normaler, ungestörter Höhenlage in beiden Stufen ein und läßt sich dann bis nahe vor Betzdorf (bis Güdeln—Durwittgen) hin verfolgen. Sie ist meist auf längere Strecken nur einseitig auf dem linken, bezw. rechten Ufer erhalten [1]. Die untere Hauptterrasse setzt weiter oberhalb nicht fort. Auch von der oberen Hauptterrasse finden sich aufwärts Durwittgen keine Schotterterrassen mehr, jedoch könnte ein aufwärts Betzdorf von Kirchen bis Brachbach ca. 70 m ü. d. Fl. liegender, gut ausgeprägter, geröllfreier Talboden die Fortsetzung derselben sein. Nicht unmöglich ist es aber auch, daß dieser ein Äquivalent des abwärts Wissen vorhandenen tertiären Siegtalbodens ist. Diese Frage muß mangels entscheidender Beweise offen gelassen werden.

Beim Eintritt in die niederrheinische Bucht ist links des Hanfbaches die untere Hauptterrasse der Sieg um 15 m abgebogen. W. des Pleisbaches setzt dann — bei gleicher Höhenlage der Schotteroberfläche! — die Hauptterrasse des Rheins ein, die hier eine Abbiegung um denselben Betrag erfahren hat [2]. Die beiden Terrassen gehen also glatt ineinander über. Die obere Staffel der Sieghauptterrasse hat, nach den in z. T. ungewöhnlicher Höhenlage befindlichen Resten zu schließen, die Abbiegung der Unterstufe nicht gleichmäßig mitgemacht, sondern wurde vor Ausbildung derselben stark gestört.

Die auf dem rechten Siegufer unterhalb der Bröl rechts des Wahnbaches befindlichen breiten Hauptterrassenflächen gehören nicht

[1] Die von v. Dechen als Sieg-, von Lorié als Rheindiluvium angesprochenen Ablagerungen bei Uckerath s. Eitorf erwiesen sich als dem hangenden Tertiär zugehörig (vgl. v. Dechen, Geol. Karte d. Rheinprov. u. d. Prov. Westfalen, Sekt. Siegen u. Erläut. dazu II. Bd. 1884. Lorié, J., De Terrassen lengs den recht. Rhynoever ben. het Zevengebergde. Tydschr. Kon. Nederl. Aardr. Gen. 1908.

[2] Vgl. J. Jungbluth, Die Terrassen des Rheins von Andernach bis Bonn. Verh. Naturh. Ver. 1916.

mehr der Sieg zu, sondern sind durch Aufschüttung der Agger und Sülz entstanden.

Die Hauptterrassensieg hatte schon denselben Verlauf wie der heutige Fluß; doch war ihr Lauf gestreckter und ihre Länge dementsprechend geringer. Dieselbe wurde bis Durwittgen auf ca. 49 km gegenüber 67 km der jetzigen Sieg berechnet. Die Breite des Hauptterrassentals beträgt im Mittel 1 km, jedoch schwillt sie bei Hamm aus lokalen Ursachen plötzlich auf 3 km an, und ebenso erweitert sich der Talboden unterhalb Stromberg nochmals beträchtlich, um bei Bödingen seine maximale Ausdehnung mit $4\frac{1}{2}$ km zu erreichen. Dann vereinigte sich die Sieg mit Agger und Sülz in einer weiten Mündungsebene, die der späteren Erosion dieser Flüsse bis auf die geringen noch vorhandenen Reste zum Opfer fiel. Der Hauptterrassenrhein griff hier nördlich des Siebengebirges nur wenig nach Osten aus und floß w. von Siegburg vorbei!

Das Gefälle der Hauptterrasse[1] ist wesentlich geringer als das des heutigen Flusses. Es beträgt auf die Strecke Hennef—Wissen nur 15 m (auf 40 km der Hauptterrasse). In Berücksichtigung des Umstandes, daß einerseits die Wasserführung der Sieg in der Diluvialzeit wohl erheblich größer als heute gewesen ist, und daß dieselbe andrerseits bereits ihre Erosionsterminante erreicht hatte, kann dies Gefälle nicht als abnorm bezeichnet werden, so daß nachträgliche Verbiegungen der Hauptterrasse für diese Strecke nicht angenommen werden dürfen.

Oberhalb Wissen tritt nun rechts des Elbbaches die Unterstufe in einer 10 m höheren Lage wie links desselben auf und setzt in der neuen Höhenlage bis Durwittgen fort. Das beweist, daß die Hauptterrasse hier von einer nach ihrer Ausbildung erfolgten Störung betroffen ist. Des weiteren nimmt aufwärts des Elbbaches der Höhenunterschied zwischen den beiden Stufen der Hauptterrasse, die bis dahin in 10—15 m Abstand einander parallel laufen, beträchtlich zu und steigt bis auf 35 m bei Durwittgen. Das ist auf eine stärkere Heraushebung des Gebirgsblockes oberhalb Wissen gegenüber dem westlich gelegenen Teil vor Ausbildung der unteren Hauptterrasse zurückzuführen.

Infolge des weit geringeren Gefälles der Hauptterrasse im Vergleich zum heutigen Fluß nimmt die relative Höhe derselben flußaufwärts ständig und schnell ab. Die Hauptterrasse der Sieg zeigt also eine ausgesprochene Divergenz gegen den heutigen Fluß nach abwärts hin.

Die Terrassenflächen der Hauptterrasse sind gewöhnlich von gelben, ziemlich reinen Lehmen bedeckt, die 15—20 m mächtig werden und so oft das ursprüngliche Terrassenniveau nicht unerheblich erhöhen. Primärer, nicht entkalkter Löß wurde bis

[1] vgl. die beigegebene Tabelle.

Merten beobachtet, doch scheint es sich bei den Terrassenlehmen bis Eitorf hin noch um verlehmten Löß zu handeln, während ich dieselben weiter oberhalb als Gehängelehme anspreche.

3. Das Verhältnis der Oberterrasse des Rheins zur Oberstufe der Sieghauptterrasse.

Jungbluth hat seinerzeit nachgewiesen, daß sich am unteren Mittelrhein zwischen die Haupt- und die Pliocänterrasse noch eine „Oberterrasse" einschiebt, die auch auf Blatt Siegburg links des Pleisbaches auftritt. Gegen eine Parallelisierung derselben mit der Oberstufe der Sieghauptterrasse sprechen petrographische Gründe und die gegenseitigen Höhenverhältnisse. Ich halte deshalb die obere Hauptterrasse der Sieg für nicht äquivalent der rheinischen Oberterrasse; sie ist jünger als dieselbe, und zwar ist sie gleichaltrig mit der Hauptterrasse des Rheines.

Die Ursache der Zweistufigkeit muß in Gebirgsbewegungen gesucht werden. Während der ersten Phase der Hauptterrassenzeit bildete sich die Oberstufe der Sieghauptterrasse aus; dann nötigte eine Hebung des ganzen Gebirgsblockes ö. des Pleisbaches die Sieg dazu, sich 15 m tiefer wieder auf die Erosionsbasis des Hauptterrassenrheins einzunagen, und es kam zur Ausbildung der Unterstufe.

Eine gleiche Mehrstufigkeit der Hauptterrasse, die ebenfalls auf intermediäre Hebungen innerhalb der Hauptterrassenzeit zurückzuführen ist, wurde bekanntlich bei Mosel, Rhein (aufwärts Coblenz) und Lahn nachgewiesen.

Auszugsweise Tabelle der Hauptterrasse.

Ort	Ufer	Flußhöhe	Unterstufe		Oberstufe	
			Höhe		Höhe	
			absolut	relat.	absolut	relat.
Roleber (Rheinter.) . . .	l.	45	145—160	115	—	—
Haus Ölgarten	l.	57	155—160	105	—	—
Striefen	l.	71	170—175	105	180—185	115
Stromberg	r.	91	175—180	90	190—195	100
Rossel	r.	ca. 105	175—180	75	—	—
Obernau	l.	ca. 120	180—185	60	—	—
Hamm	l.	ca. 135	185	50	195—200	60
Wissen	l.	146	185—190	40	200—205	55
Schönstein (r. d. Elbbaches)	l.	150	195—200	50	220—225	75
Durwittgen	l.	162	200—205	40	235—240	75

II. Die Mittelterrasse.

Die Schotter der Mittelterrasse haben im wesentlichen die gleiche Zusammensetzung wie die der Hauptterrasse; doch ist ihre Mächtigkeit meist größer; als Maximum wurden 7 m beobachtet. Auch ist der Charakter der Ablagerungen viel sandiger. Die Sandführung wird flußaufwärts geringer. Die Geschiebe sind hier ebenfalls vielfach mit Brauneisen und Mangan in- und umkrustiert. Die Schotter haben infolgedessen häufig dasselbe braunrote Aussehen wie die der Hauptterrasse. Zwischen der Mittelterrasse und dem heutigen Fluß kommt stets der Sockel des liegenden Gesteins zum Vorschein.

Die Mittelterrasse setzt bei Kaldauen oberhalb Siegburg in einer Höhenlage von 20—25 m ü. d. Fl. ein und behält dieselbe eine große Strecke aufwärts bei. Ihre größte Ausdehnung innerhalb des Gebirges erreicht die Terrasse bei Wilberhofen—Dattenfeld. Hier finden sich einige im jüngsten Diluvium abgeschnürte Umlaufberge, die teils Mittel-, teils Hauptterrassenreste tragen. Die Mittelterrasse ist zusammenhängend bis Wissen zu verfolgen. Weiter oberhalb ist sie bis Siegen hinauf nur noch in einzelnen mit größeren Unterbrechungen auftretenden Schotterterrassenresten erhalten. Der Zusammenhang mit der Mittelterrasse des Rheins ist durch die spätere Erosion des Flusses zerstört. Ein letztes isoliertes Stück der Terrasse liegt hier an der Mündung der Agger in die Sieg.

Die absolute und relative Höhe der Mittelterrasse beim Austritt aus dem Gebirge zeigt ebenso wie die Verlängerung des Längsprofiles gegen den Rhein hin und die verschiedentliche Überdeckung mit primärem Löß unzweifelhaft, daß die Mittelterrasse der Sieg der unteren Mittelterrasse des Rheins entspricht.

Der Mittelterrassentalboden macht schon im wesentlichen die gleichen Schlingen wie die jetzige Sieg. Der Lauf des Flusses ist damals nicht gestreckter gewesen. Das Gefälle von Mittelterrasse und heutiger Sieg ist annähernd gleich. Erst oberhalb Wissen sinkt die relative Höhe der ersteren auf 15 m und bis vor Siegen auf 10 m, und es scheint sich so aufwärts eine schwache Konvergenz einzustellen. Auch die Mittelterrasse ist häufig von mächtigen Lehmen (bis Merten Löß!) überlagert.

III. Das Verhältnis von Mittel- und Hauptterrasse.

Im Gegensatz zur Mittelterrasse, die bis nahe an Siegen zu verfolgen ist, ist die untere Hauptterrasse nur bis unterhalb Betzdorf erhalten. Der dieser weiter oberhalb entsprechende Talboden war so schmal, daß er durch die spätere Tiefenerosion des Flusses vollständig zerstört worden ist. Die untere Hauptterrassensieg hatte eben infolge der intermediären Hebung innerhalb der Hauptterrassenzeit bis zur erneuten Tieferlegung der Erosionsbasis (des

Rheins!) nicht die nötige Zeit gehabt, um ihren Talboden in breiter Entwicklung bis in den Oberlauf hinein auszubilden.

Bezüglich der oberen Stufe muß das, wie gesagt, zweifelhaft bleiben. Doch würde die Annahme, daß dieselbe aufwärts Betzdorf ebenfalls nicht fortsetzt, sich auf die gleiche Weise zwanglos erklären. Einige Schotterterrassenreste, die sich 20 m über der Mittelterrasse bei Betzdorf und Brachbach finden, sind als Lokalterrassen anzusprechen, die in irgend einem Stadium des Einschneidens vor der Mittelterrassenzeit ausgebildet wurden.

Anschließend sei noch auf einige Ausführungen von Kurtz [1], die das Arbeitsgebiet betreffen, eingegangen. Derselbe stellte u. a. auch ö. Siegburg diluviale Ablagerungen innerhalb eines größeren Höhenunterschiedes fest und schloß daraus auf eine meridionale Verwerfung entlang dem Westrand des Rheinischen Schiefergebirges gegen die Kölner Bucht, die jünger als die Hauptterrasse sei und einen schmalen Randstreifen mit den eben erwähnten Ablagerungen um ein Beträchtliches verworfen habe. Hierselbst ist diese Schlußfolgerung unrichtig, da Kurtz irrtümlich die Mittelterrasse als abgesunkenes Stück der Hauptterrasse angesprochen hat. Die Absenkung, die tatsächlich stattgefunden hat, übersteigt mehr als 15 m nicht. Die gleichen Verhältnisse dürften auch weiter nördlich vorliegen.

IV. Die Niederterrasse.

Die Niederterrasse der Sieg läßt sich von der Mündung in breiter zusammenhängender Entwicklung nur bis Hennef hinauf auf dem linken Ufer verfolgen. Sie ist hier ebenso wie die des Rheins in zwei Stufen entwickelt, die 15 m bezw. 5—7 m ü. d. Fl. liegen. Die untere Stufe, die in die — übrigens nicht hochwasserfreie — „Inselterrasse" des Rheines übergeht, fasse ich als einfache Erosionsstufe innerhalb der eigentlichen Niederterrasse auf. Die Ablagerungen derselben gehen unter das Niveau der heutigen Sieg hinab, so daß die Niederterrasse der Sieg innerhalb der Kölner Bucht von der Mittelterrasse durch eine Tiefenerosion von mindestens 25 m und eine darauf folgende Aufschüttung von 20 m getrennt ist. Rheingerölle stellen sich erst w. der Linie Hangelar—Nieder-Menden ein. Die Niederterrasse rechts der Sieg von deren Mündung bis zur Agger gehört schon dem Rheine an; die untere Stufe wurde hier durch die spätere Seitenerosion zerstört.

Die Ablagerungen der oberen Stufe der Niederterrasse enthalten nach oben hin reichliche Einschaltungen von feinen Sanden, die tertiären Schichten entstammen. Dieselben wurden z. T. nachträglich durch den Wind ausgeblasen und umgelagert. Sie über-

[1] Kurtz, E., Die Verbreitung der diluvialen Hauptterrassenschotter von Rhein und Maas in der niederrhein. Bucht. Verh. Naturh. Ver. 1913.

decken die Terrasse und gehen auch am Abhang zur Hauptterrasse hoch hinauf. Die Auswehung muß erfolgt sein, als der Fluß noch die Unterstufe der Niederterrasse innehatte, da dieselbe frei von Flugsanden ist. Das stimmt mit den von Fliegel[1] bei den Rheinterrassen weiter nördlich beobachteten Verhältnissen überein. Auch rechts der Sieg finden sich besonders am Abhang der Wolsdorfer Hügel gleichaltrige Flugsande, die nach meiner Ansicht aus den unmittelbar nördlich anstehenden tertiären Ablagerungen — eine Niederterrasse ist hier nicht vorhanden — ausgeweht worden sind.

Eine durchlaufende Niederterrasse setzt in das Tal innerhalb des Gebirges nicht fort. Es finden sich nur einzelne wenige Schotterterrassen in 6—8 m Höhe ü. d. Fl., unter denen zuweilen das anstehende Gestein über dem Flußspiegel ausstreicht. Eine sichere Parallelisierung ist für diese Terrassenreste nicht mehr durchzuführen.

D. Schluß.

Ein Rückblick zeigt, daß Haupt- und Mittelterrasse gegeneinander und gegen die heutige Sieg flußabwärts divergieren. Eine gleiche Divergenz flußabwärts findet sich — speziell für die Hauptterrasse — bei der Lahn und streckenweise scheinbar auch bei der Mosel; sie dürfte nach den Beobachtungen von Herrn Dr. Max Richter auch für die Aggerterrassen bestehen. Im Gegensatz dazu weisen die Terrassen des Rheins infolge der im S stärkeren Heraushebung des Schiefergebirges eine Konvergenz flußabwärts auf.

Ahlburg[2] glaubte nun seinerzeit, daß die Divergenz der Lahnhauptterrasse flußabwärts auf einer von O nach W gegen den Rhein fortschreitenden Hebungsintensität des Gebirges beruhe. Ich vermag mich dieser Ansicht nicht anzuschließen. Wir müssen bei den Flüssen des Rheinischen Schiefergebirges grundsätzlich zwischen N—S- und O—W-Flüssen unterscheiden. Bei den N—S-Flüssen sind die alten Talböden nach S aufgebogen; wir werden immer anormale Gefällsverhältnisse derselben antreffen.

Die O—W-Flüsse jedoch beeinflußte die Ungleichmäßigkeit der Hebung keineswegs. Hier werden die Talböden, soweit sie nicht durch örtliche tektonische Bewegungen verbogen sind, ungestört verlaufen. Die Hebung der rheinischen Masse ging für diese Flüsse derart vor sich, daß sich der Talboden parallel zu sich selbst in der Vertikalen verschob. Dadurch kam der Vorgang einem ständigen Sinken der Erosionsbasis, d. i. des Rheines, gleich. Bei sinkender Erosionsbasis aber müssen Terrassen entstehen, die flußabwärts

[1] Fliegel, G., Neue Beiträge zur Geologie des niederrhein. Tieflandes. I. u. II. J. Pr. G. L.-A. 1912. I.

[2] Ahlburg, J., Über das Tertiär und Diluvium im Flußgebiete der Lahn. J. Pr. G. L.-A. 1915.

divergieren, flußaufwärts konvergieren. Dadurch ist die auffällige Divergenz der Terrassen flußabwärts bei den O—W-Flüssen zu erklären.

Terrassengliederung an Rhein und Sieg.

Rhein	Sieg
Pliocänterrasse	Pliocäne? Talbodenreste
Oberterrasse	—
Hauptterrasse	Obere Hauptterrasse Untere „
Obere Mittelterrasse (Hochterrasse)	—
Untere Mittelterrasse	Mittelterrasse
Niederterrasse	Niederterrasse
Inselterrasse	Unterstufe der Niederterrasse

Über einen Fall äußerster Rückbildung des schizochroalen Trilobiten-Auges.

Von **Rud. Richter** in Frankfurt a. M.

Mit 2 Textfiguren.

I. Befund: Ein einseitiges Kümmerauge bei einem Einzeltier einer sonst erblindeten Art.

Ein Kopf von *Phacops incisus* A. Röm.[1] aus dem „Iberger Kalk" (tiefes Oberdevon) von Rübeland im Harz überrascht durch eine Besonderheit. Während er auf der linken Seite[2] keinerlei Augenlinsen und überhaupt kein Auge zur Entwicklung gebracht hat, trägt seine rechte Seite ein Auge mit zwei kleinen, aber unzweifelhaften Linsen (Fig. 1). Die untere ist etwas größer als die obere.

[1] Es ist der Holotyp A. Römer's, dessen Fig. 4b Taf. 35 (Palaeontogr. 13. 1866) das Auge, wenn auch nicht seine Lage, richtig darstellt. Aufbewahrt in der Bergakademie Clausthal. — Herrn Prof. A. Bode sind wir für freundliche Unterstützung immer wieder zu Dank verpflichtet.

[2] Die linke Seite ist entschalt, erlaubt aber einwandfreie Beobachtung. Es ist ein immer wiederholter Irrtum, daß auf der Schale vorhandene *Phacops*-Augen auf dem Steinkern nicht erkennbar wären. Die Linsen sind dann vielmehr als halbkuglige Gruben eingeprägt und, wie z. B. *Ph. cryptophthalmus* zeigt, nicht weniger zuverlässig zu beobachten als auf der Schale.

Beide ragen, wie jede Phacopiden-Linse, halbkugelig aus Zwischenschalenmasse heraus, liegen aber dicht beieinander in einer gemeinsamen Umwallung von Lippenform.

Mit den Linsen fehlt links auch die Umwallung. Vom nichtoptischen Zubehör des Auges ist aber links wie rechts das gleiche Überbleibsel vorhanden: eine längsgestellte Schwiele, außen konkav und kantig begrenzt, welche den ehemaligen Augendeckel (lobus palpebralis) darstellt. Dieses Merkmal, auch der Verlauf der (hinter dem Auge deutlichen) Naht u. a., ist artbezeichnend.

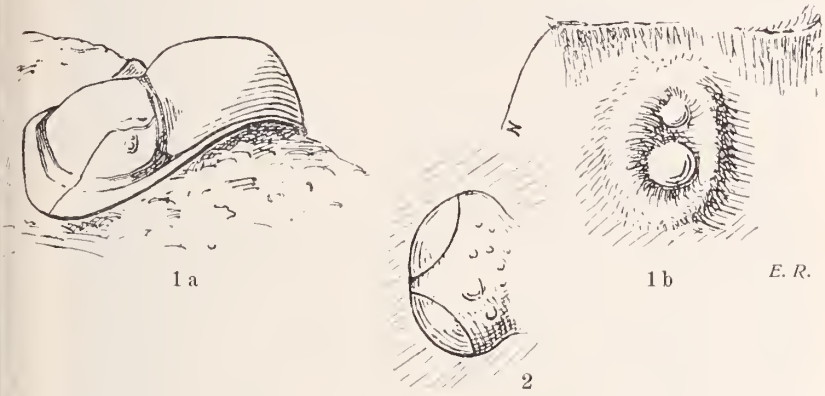


Fig. 1. *Phacops incisus* A. Römer. Oberdevon (Iberger Kalk) von Rübeland im Harz. Bergakademie Clausthal. Neuzeichnung des Holotyps. a) Ansicht schräg von rechts-vorn. $3\frac{1}{2}$. b) Das Zweilinsen-Auge stärker vergrößert (N = Hintcrast der Gesichtsnaht).

Fig. 2. Zum Vergleich: Das Zweilinsen-Auge von *Harpes macrocephalus* Goldf. $\frac{8}{1}$. Mitteldevon (Crinoiden-Schicht) von der Auburg bei Gerolstein, Eifel.

Auf allen übrigen Köpfen von *Phacops incisus* sind die Augen beiderseits verschwunden, sowohl die Umwallung, wie die Cornealinsen. So ist es bei Römer's Paratyp vom gleichen Fundpunkt wie bei 50 weiteren, die uns heute aus einer Reihe von Harzer und rheinischen Fundorten vorliegen. Die Paläontologie nennt das Fehlen der Cornea: Blindheit.

Es tritt also innerhalb einer Art, die auf ausgedehntem Verbreitungsgebiet allgemein erblindet ist, bei einem Einzeltier und auch bei diesem nur auf einer Körperseite ein linsenführendes Auge auf. Die Rückbildung in der Zahl dieser Linsen übertrifft alle bekannten Fälle.

Daran knüpfen sich einige Fragen.

II. Inwieweit ist Blindheit bei Crustaceen paläontologisch festzustellen?

Wenn wir eben Blindheit mit Fehlen der Cornea zusammenfallen ließen, so fällt sie in dieser skelettmorphologischen Begründung noch nicht zusammen mit physiologischer Blindheit.

Auf der einen Seite wird zu wenig umfaßt. Nämlich nicht mehr jene physiologisch Blinden oder Erblindenden, die in ihrer Cuticula ein durchsichtiges Fenster noch bewahrt haben, eben die Cornea und diese womöglich noch mit Facettenresten, jedoch ihre lichtaufnehmenden, fossil nicht nachzuprüfenden Weichteile bereits zurückgebildet haben. So besitzt die Brachyure *Cymonomus granulatus* Norm.[1] noch einige Corneafacetten trotz Entartung und Pigmentverlust der Ommatidia. Und so könnte nach lebenden Vorbildern, z. B. auch bei unserem *Phacops incisus* von Rübeland, der Schwund der inneren Augenteile weitergegangen sein, als der Besitz von Linsen vermuten läßt.

Auf der andern Seite kann auch zu viel umfaßt werden. Nämlich dann, wenn die Cornea nach dem Verlust ihrer Facetten nicht mehr von der Cuticula zu unterscheiden wäre oder sich als freie Kugellinse unterhalb von durchsichtiger Cuticula in den Weichkörper hineingesenkt hätte (Demoll p. 96, 119). Glattschalige Tiere verlangen hier auch bei bester Erhaltung Aufmerksamkeit, obwohl auch dann ein Lichtfenster schon von außen durch seine Dunkelheit oder im Schliff erkennbar sein sollte und selbst bei fossilen Ostracoden erkannt worden ist. Fast immer macht ja aber irgend eine optisch-schädliche Skulptur die gewöhnliche Körpercuticula als solche kenntlich. Überzieht die Skulptur gar rauh und körnig die Gegend der verschwundenen Cornea, wie es gerade bei *Phacops incisus* der Fall zu sein pflegt, so hat man den Beweis, daß hier auch für die einfachste Lichtempfindung schlecht gesorgt ist. Reste einer Empfindung für Hell und Dunkel, die *Blatta* selbst noch ohne Mitwirkung der Augen besitzen soll (Demoll p. 211), würden den Begriff Blindheit auch wenig einschränken.

Es werden sich also doch die Abweichungen zwischen der Blindheit, die sich im Außenskelett abzeichnet, und derjenigen, die der Physiologe am Leben feststellt, auf solche im Grade einer vorhandenen Augenverkümmerung beschränken. Auch an den der Versteinerung zugänglichen Teilen des Crustaceen-Auges läßt sich die Rückbildung des Lichtsinnes mit genügender Zuverlässigkeit ver-

[1] Ray Lankaster, Quart. J. Micr. Sci. 47. 1903. p. 439 f.; — Cambr. Nat. Hist. 4. Crust. 1909. p. 186. — Auch das Medianauge der Euphyllopoden ist wenig verändert, obwohl es funktionslos geworden ist und seinen Nerv zurückgebildet hat (Demoll p. 148).

folgen, um auch den Paläontologen zu ökologischen Schlüssen zu berechtigen.

Bei Trilobiten vermöchte an der Rückbildung des Lichtsinnes, wie sie aus der Verkümmerung ihres librigenalen Auges erschlossen werden kann, auch ein Nachweis etwaiger Nebenaugen (Hypostomaugen, Medianauge) nichts zu ändern. Das Medianauge konnte bei dem von Ruedemann angegebenen Bau keine Bilder aufnehmen, sondern höchstens Lichtrichtung und Lichtbewegung. Bei *Branchipus* dient es so dem Lichtrückenreflex und regelt dadurch die Schwimmlage (W. v. Buddenbrock, Sitz.-Ber. Heidelb. Ak. d. Wiss. Math.-nat. Kl. B. 1915. p. 9). Beruft man sich auf *Branchipus*, so müßte man ein Medianauge nicht bei den blinden Trilobiten, sondern gerade in Verbindung mit den Seitenaugen und bei den besten Schwimmern erwarten. — Einstweilen haben wir ja gegen den bisherigen Nachweisversuch noch Bedenken erhoben (N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. I. p. 104).

III. Welchen Wert hat die Systematik bei Crustaceen dem Verschwinden des Auges beizumessen?

Die Gestaltung des Auges liefert bei Crustaceen unbestritten brauchbare Gattungs- und Artmerkmale. Strittig aber ist es, ob auch das Merkmal: Besitz oder Fehlen des Auges, solche systematische Bedeutung hat.

1. Für den Gattungsbegriff betrachten wir dieses Merkmal als belanglos. Die Zoologie — man denke an *Serolis* — kennt nicht wenige Gattungen, die augentragende und augenlose Arten umschließen. Mit zoologischen Vergleichsfällen könnte man also zur Genüge Gürich's Stellungnahme[1] bei der Gattungstrennung *Phacops/Trimerocephalus* belegen. Dasselbe ergibt sich aus dem gleich über die Art zu Sagenden.

2. Was den Artbegriff anlangt, so ist mit zwei Möglichkeiten zu rechnen, welche den Grad der Augenverkümmerung auch hier belanglos machen können: Geschlechtsverschiedenheit und Standortsvariation.

a) Geschlechtsverschiedenheit kann, gewissermaßen auch durch Standortswirkung, sehende und bewegliche Männchen neben blinden und im Dunkeln sitzenden Weibchen auftreten lassen. Die Paläontologie wird dann beide Geschlechter, deren große sonstige Verschiedenheit ihre Zusammengehörigkeit meist verborgen halten wird, als Arten, wenn nicht als Gattungen trennen müssen, aber auch heuristisch so am besten fahren.

Bei Trilobiten kommt geschlechtliche Blindheit nicht in Betracht. Denn die gleich hoch entwickelte Körperform der als augenlos bekannten sichert ihnen die gleiche Beweglichkeit zu wie den Augentragenden. Da es auch zu *Ph. incisus* keine als Männchen verdächtige Parallelreihe gibt, so kann die Einäugigkeit unseres Tieres weder durch Verletzung noch etwa durch Zwittrigkeit erklärt werden.

[1] Vgl. bei Rud. Richter, Beitr. II. p. 351 (Abh. Senck. Nat. Ges. **31**. 1913).

b) Standortsvarietäten mit verschieden weit rückgebildeten bis fehlenden Augen innerhalb derselben Art sind bei lebenden Crustaceen namentlich von F. Doflein[1] betont worden. Für uns kommen von den hierauf untersuchten Formen namentlich drei Brachyuren in Betracht, bei denen diese Rückbildung sich nicht auf die inneren Weichteile des Auges beschränkt, sondern auch die versteinerungsfähigen Teile (Cornea und Cuticula) ergreift.

Bathyplax typhlus A. M.-E. (in seichtem Wasser mit Facettenregion; in tiefem ohne Cornea). — *Cymonomus granulatus* Norm. (in mäßiger Tiefe mit Cornea ohne Facetten, in großer Tiefe ohne Cornea). — *Cyclodorippe uncifera* Ortm. (in seichtem Wasser mit kleinen, aber getrennten und hikonvexen Facetten: subsp. *melanomma* Dofl.; in tiefem Wasser mit einer Cornea, die nicht in Facetten geteilt ist, eine gleichmäßig-gewölbte Außenfläche besitzt und an der Innenseite nur schwache Vorwölbungen erkennen läßt, die den einzelnen Augenkeilen entsprechen: subsp. *glaucomma* Alc.).

Nebenbei: Es ist bemerkenswert, wie hier Lindström's „bikonvexe" und „plankonvexe" Abteilung des holochroalen Augentypus bei derselben Art ineinander übergehen. Ja, G. H. Parker hat das an Isopoden wiederholt sogar bei demselben Einzeltier beobachtet, das im Laufe seiner Häutungen konkav-konvexe, dann plankonvexe und schließlich hikonvexe Linsen bildete (The comp. eyes in Crust. p. 85: Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge. 21. 1891).

Wird nun durch solche zoologische Erfahrungen über Standortsvariation die paläontologische Systematik berechtigt, das Merkmal augentragend/augenlos gänzlich zu vernachlässigen? Sicherlich nicht[2]. Sind sich doch selbst die wärmsten Verteidiger der Standortsformen einig in der Forderung nach sorgfältiger systematischer Unterscheidung (Doflein p. 283) und behandeln sie als Subspezies. Ganz abgesehen davon, daß andere Zoologen, wie Ray Lankaster a. a. O., sie wieder als Spezies angesehen wissen wollen.

Der Paläontologe hat zu bedenken, daß die Vereinigung augentragender und augenloser Tiere innerhalb einer Art nicht nur ebensoviel, sondern noch mehr Begründung erfordert als ihre Auseinanderhaltung. Denn mit ihrer Vereinigung wagt er die Behauptung, daß die augenlose Form als „Dunkelvarietät" (Doflein) am Licht wieder die augentragende zu erzeugen vermöchte. Für diese Auffassung wäre jeder mögliche Nachweis zu versuchen. Es müßten z. B. — benthonisches Leben, wenn auch noch so vagil, für Crustaceen als Regel vorausgesetzt — die Grenzfälle der Augenverkümmerung an verschiedene Fazies gebunden sein; zum mindesten dürfen sie nie vergesellschaftet vorkommen.

---

[1] „Brachyura" p. 152, 156, 238, 242, 283 (Wiss. Erg. Deutsch. Tiefsee-Exp. 6. Jena 1904).

[2] Rud. Richter, Beitr. II. p. 355 (Abh. Senck. Nat. Ges. 31. 1913).

Folgende Sätze, die sich in erster Linie auf die Trilobiten beziehen, scheinen uns am besten zu den natürlichen Verhältnissen hinzuführen:

Wohlentwickelte Augen, an denen nie eine Neigung zu Rückbildungen zu beobachten ist, machen die Vereinigung ihrer Träger mit augenlosen Formen ganz unwahrscheinlich.

Ein Fehlen der Augen, das sich auch auf die nichtoptischen Einrichtungen erstreckt, wo also der Augendeckel verschwunden und die Naht abgewandert ist, macht die Vereinigung solcher Tiere mit Augentragenden ebenso unwahrscheinlich. (Es erscheint z. B. unvorstellbar, daß ein *Phacops* der *limbatus*- oder der *caecus*-Gruppe jemals wieder Augen erworben haben sollte.)

Vereinigung von Augenlosen mit Augentragenden erscheint uns nur dann denkbar, wenn einerseits bei den Augenlosen die nichtoptische Einrichtung, nämlich Augendeckel und Naht, unverändert erhalten und nichts als die Cornea (Linsen) geschwunden ist, — und wenn anderseits das Auge der Augentragenden durch Anomalien an seiner Eigenschaft als verschwindendes Rudiment oder als Rückschlag keinen Zweifel läßt.

Ein solcher Fall — der einzige uns fossil überhaupt bekannte — liegt bei *Phacops incisus* vor, wo diese doppelte Forderung gegenseitiger Annäherung erfüllt ist: Die blinden Tiere bewahren unveränderlich die bezeichnende nichtoptische Einrichtung, worin sich die erst kürzlich erworbene Blindheit der Art ausspricht. Und das vereinzelte Augenrudiment zeigt durch seine Einseitigkeit und Linsenverkümmerung, wie nahe auch dieses Individuum am völligen Augenverlust steht.

Zusammengefaßt: Augenverlust, für den Gattungsbegriff gleichgültig, bleibt ein wichtiges Merkmal für die feinere Teilung und, solange eine Ausnahme nicht begründet ist, ein Artmerkmal.

IV. Das schizochroale Auge bei Phacops und Harpes.

Die beiden vereinzelten Linsen, aus denen das Auge von *Harpes*, z. B. *H. macrocephalus* Goldf. (Fig. 2) besteht und die meistens als Stemmata aufgefaßt wurden, sind von Packard, J. M. Clarke und Pompeckj mit dem schizochroalen Augentypus verglichen worden. Wir selbst versuchten[1] seine völlige Homologie mit dem allgemeinen Trilobitenauge darzutun. Während aber Clarke darin den Entwicklungsbeginn zu einem linsenreicheren Schizochroalauge gesehen zu haben scheint, erklärten wir es für den letzten Rest eines solchen. Einen so gerichteten Entwicklungsgang fanden wir mit völlig gleichem Verlauf bei Augen der Isopoden wieder, welche die Trilobitenterminologie ebenfalls als

[1] Alle hier nur kurz angeführte Literatur findet sich ausführlich berücksichtigt bei Rud. Richter, Beitr. III. p. 199 (Abh. Senck. Nat. Ges. 37, 1920).

„schizochroal" bezeichnen müßte; in einem Falle verringerte sich das schizochroale Isopodenauge sogar über den Zustand von *Harpes* hinaus bis auf eine einzige Einzellinse.

Auch bei den Trilobiten zeigte der schizochroale Augentypus die Fähigkeit, die Zahl seiner Linsen stark zu verringern. Es war *Phacops pentops* Thom. (uns. Beitr. III, Taf. 17), der mit seinen fünf Linsen *Harpes* am nächsten kam, ihn aber doch nicht erreichte.

Nunmehr bietet sich uns bei jenem *Phacops incisus* ein Auge, das durch die Phylogenie als verringertes Schizochroalauge erwiesen ist, auf dem gleichen Zustand der Rückbildung, wie er für *Harpes* angenommen wurde. Und wie das Zweilinsenauge des *Phacops incisus* von nichts anderem herkommen kann als von dem als linsenreicher bekannten Auge der älteren Phacopiden, so läßt diese Analogie auch für das Zweilinsenauge des *Harpes* die Herkunft bei einem linsenreicheren Auge seiner uns noch unbekannten Vorfahren suchen.

Eine in umgekehrter Richtung zeigende Analogie ist uns jedenfalls nicht bekannt geworden. Die Stemmata, aus denen sich das zusammengesetzte Auge der Krebse und Insekten aufgebaut hat, suchen wir bei den ältesten Trilobiten schon zu spät: bereits im Untercambrium ist das zusammengesetzte Auge vorhanden. — Ebenso zeigt die Ontogenie bei keinem Trilobiten als Larvenaugen Stemmata; bereits auf frühen Stufen tritt das zusammengesetzte Auge auf.

Keine Unterstützung möchten wir aber hier bei Dollo's „Gesetz der Unumkehrbarkeit" holen, etwa so: weil das Zweilinsenauge in einem bewiesenen Falle *(Phacops)* das Zerfallsergebnis des Schizochroalauges ist, könne es nicht in einem andern Falle *(Harpes)* die Vorstufe dazu sein. Denn gegeben haben muß es ähnlich linsenarme Augen wie bei *Phacops* als Rudiment so auch schließlich einmal als Oriment; nur daß wir diese Orimente bei den Vorläufern der Trilobiten und nicht mehr bei *Harpes* suchen dürfen. Dem als Erfahrungsregel berechtigten Gedanken Dollo's hat man durch schematische Anwendung bereits genug Unrecht getan.

Den schizochroalen Augentypus besitzen von allen Trilobiten nur die eine Familie der Phacopiden[1] und *Harpes*. Da muß der Frage nachgegangen werden, ob sich darin außer der parallelen Entwicklungsmechanik eines homologen Organs, wie wir sie vertreten, etwa auch ein phylogenetischer Zusammenhang ausspricht. *Harpes* müßte dann von proparen Vorfahren abstammen. Ja, dieser Verdacht müßte für diejenigen Forscher unabweisbar sein, die in der Zahl der Rumpfsegmente und in der Schwanzgröße das natürliche System der Trilobiten zu erkennen

[1] Lindström's in die Literatur übergegangenes Bedenken (Vis. Org. p. 30), es möchten außer den Phacopiden auch die Lichiden schizochroale Augen besitzen, kann durch die Untersuchung der Arten *armatus*, *caudimirus* und *mephisto* zerstreut werden: das Lichiden-Auge ist holochroal.

glauben. Denn diese dürfen einen der ältesten Proparier, die obercambrische *Menomonia calymenoides* (Whitf.)[1], mit ihrer erstaunlichen Zahl von 42 Rumpfgliedern gar nicht anders an die übrigen Trilobiten anschließen als durch *Harpes*, der mit 29 solcher Glieder bisher schon einen Grenzfall abseits aller anderen bildete.

Über seine Gesichtsnaht verrät aber *Harpes* nichts. Was bisher so gedeutet wurde, war abzulehnen (Beitr. III. p. 193, 194). Eher käme eine glatte Linie in Betracht, die Barrande (Syst. sil. I. Taf. 8 Fig. 4) bei *H. crassifrons* zeichnet und die wir bei *H. montagnei* an allen Köpfen vom Slaty kun wiederfinden. Sie wird durch ähnliche Gebilde bei *Cryptolithus* und *Dionide*, wo sie sicher keine Naht sind, zweifelhaft, würde aber als eine solche jedenfalls nicht propar, sondern opisthopar verlaufen.

Aufschluß über die *Harpes*-Naht dürfen wir daher einstweilen nur mittelbar erhoffen; etwa durch *Cryptolithus*, wenn man ihn nämlich als verwandt mit *Harpes* gelten lassen will. Wir tun es (Beitr. III. p. 214), weil wir die Erwerbung des Siebsaums höher bewerten als das Stufenmerkmal: Zahl und Komplexbildung der Segmente. Auch scheinen uns seine Augen den schizochroalen von *Harpes* entsprochen zu haben. Wenn auf den Augenhöckern von *Cryptolithus* noch nie Linsen entdeckt werden konnten, so waren vielleicht überhaupt keine mehr entwickelt: Auch bei einer blinden Art der lebenden *Serolis, S. antarctica*[2], ist solch ein Knötchen ohne Linsenstruktur der Schale als letzter Rest eines zusammengesetzten Auges verblieben.

Die Naht nun bei *Cryptolithus* ist als opisthopar anzusehen. Opisthopar verläuft die Linie, die Ruedemann[3] als Naht angesprochen hat, von der dahingestellt bleiben mag, ob auch sie von einer der eben bei *Harpes* erwähnten Gefäßlinien vorgetäuscht sein mag, wie Raymond[4] erklärt. Opisthopar verläuft aber vor allem auch die unzweifelhafte Naht von *Orometopus*, den Lake[5] als Ahnen von *Cryptolithus* in Anspruch genommen hat.

Wenn sich somit *Harpes*, *Cryptolithus* und auch *Dionide* nach allen Anhaltspunkten der Gegenwart als Opisthoparier darstellen[6],

---

[1] Walcott, Cambr. Tril. Taf. 234 Fig. 4 (Smiths. Misc. Coll. **64**. Nr. 3. 1916).

[2] Beddard, Rep. on the Isopoda: The Genus *Serolis* (Rep. Challenger, Zool. **11**. 1884).

[3] The cephalic suture lines of *Cryptolithus* (N. Y. State Mus. Bull. **189**. 144 f. Taf. 35. Albany 1916).

[4] The appendages, anatomy, and relationships of Tril. p. 83, 84. Fig. 25 (Mem. Connecticut Ac. of Arts a. Sci. **7**. New Haven. Decembre 1920).

[5] A monograph of the Brit. Tril. II. (Pal. Soc. London 1907.)

[6] So auch im neuesten System, dem von H. H. Swinnerton: Suggest. for a rev. classif. of Tril. p. 487 f., 538 f. (Geol. Mag. Dec. VI, **2**. London 1915.) — Vgl. Referat im N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. II. 244.

so wird damit ausgesprochen: Die Augen von *Phacops* und das von *Harpes*, obwohl homolog und entwicklungsmechanisch auf gleicher Staffel, müssen den schizochroalen Bau unabhängig voneinander erworben haben und unabhängig weiter zerfallen sein. Darin liegt aber auch nichts Auffälliges, sahen wir doch, daß die gleiche Entwicklung sich auch auf einem dritten, weit entfernten Wege zweifellos unabhängig abgespielt hat, bei den Isopoden.

Frankfurt a. M., den 10. Januar 1922.

Miscellanea.

Die im vorigen Jahre gegründete „Geologie-Stiftung an der Universität Heidelberg“ hat ihren ersten zur Verleihung kommenden Preis in der Höhe von 1000 Mk. (eintausend Mark) Herrn Prof. Dr. Strigel in Mannheim für seine Arbeit „Die oberpermische Einebnung im Schwarzwald und das Klima des Perms“ verliehen.

v. Reinach-Preis für Mineralogie.

Ein Preis von 1000 Mark soll der besten Arbeit zuerkannt werden, die einen Teil der Mineralogie des Gebietes zwischen Aschaffenburg, Heppenheim, Alzey, Kreuznach, Koblenz, Ems, Gießen und Büdingen behandelt; nur wenn es der Zusammenhang erfordert, dürfen andere Landesteile in die Arbeit einbezogen werden.

Die Arbeiten, deren Ergebnisse noch nicht anderweitig veröffentlicht sein dürfen, sind bis zum 1. Oktober 1923 in versiegeltem Umschlage, mit Motto versehen, an die unterzeichnete Stelle einzureichen. Der Name des Verfassers ist in einem, mit gleichem Motto versehenen zweiten Umschlage beizufügen.

Die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft hat die Berechtigung, diejenige Arbeit, der der Preis zuerkannt wird, ohne weiteres Entgelt in ihren Schriften zu veröffentlichen, kann aber auch dem Autor das freie Verfügungsrecht überlassen. Nicht preisgekrönte Arbeiten werden den Verfassern zurückgesandt.

Über die Zuerteilung des Preises entscheidet bis spätestens Ende Februar 1924 die unterzeichnete Direktion auf Vorschlag einer von ihr noch zu ernennenden Prüfungskommission.

Frankfurt a. M., 1. April 1922.
Viktoria-Allee 7

Die Direktion
der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Hohlräume und Wassereinschlüsse in Bernstein.

Von **Paul Dahms** in Zoppot a. Ostsee.

(Schluß.)

Weitere Erhebungen, die zur Bildung von Schuppen und absonderlichen Sprüngen führen, sind die in Wellenform emportretenden Erhebungen in den Schlauben. Beim ersten Blick kann man bei ihnen ohne weiteres daran denken, daß hier befeuchtete Stellen, auf die Balsam herabtropfte, die eigenartigen Bildungen veranlaßt hätten. So liegen in je einem Stück (G. S. 4569 u. 5905) auf der Höhe einer schwach gewellten Fläche flache, rundliche Hohlräume, die in der Hauptrichtung der Erhebung verlängert, teilweise aber auch wie zerquetscht oder zusammengeflossen sind. Der Umstand, daß in einem Stück (G. S. 3435) unter einer Schicht klaren Bernsteins auf der Sattellinie einer Schlaube Reihen von mehr oder weniger abgeplatteten Luftblasen mit 1—2 mm Durchmesser liegen, parallel dazu auf einer zweiten Linie eine Reihe vollkommen und scheinbar breit gequetschter Lufteinschlüsse sich hinzieht, läßt jedoch diese Art der Entstehung bei diesem Stück bezweifeln. Man fragt, weshalb die eine Erhebung im Bernstein befeuchtet war und die nächst benachbarte andere nicht — und weshalb die Tropfen sich auf der Höhe gehalten haben, nicht aber in die Vertiefung zwischen 2 Wellen gerollt sind. Ferner erregt der Umstand Bedenken, daß ein Teil dieser Blasen so dünn und zart ist, daß man ihrer nur noch an dem lebhaften Farbenspiel gewahr werden kann.

Nicht alle Bläschen in einem Stück füllen sich gleich leicht mit Wasser. Es kommt auf ihre Entfernung von der Oberfläche an und ferner darauf, wie der Bernstein gebaut ist. Oft verraten bereits Schlieren oder verschiedene Farbentöne Unregelmäßigkeiten, durch die ganze Partien von der eindringenden Flüssigkeit abgesperrt werden können. Die verschiedene Konsistenz der Balsamergüsse, teilweise bedingt durch den Zellsaft und die Menge der Beisubstanzen, spielt hierbei eine große Rolle (2, p. 31; 11, p. 26; 10, p. 17). — —

Trotz der vielen Verwundungen, welche die Nadelbäume durch den Raubbau jetzt in unseren Wäldern aufweisen, ist es schwer, eingehendere und abschließende Beobachtungen über den Harzfluß

an ihnen zu machen. Es wurden deshalb Versuche mit flüssigem Kanadabalsam in Tuben von Dr. G. Grübler & Co. in Leipzig angestellt. Tropfen wurden auf einen Objektträger gebracht und durch Kippen veranlaßt, ihn der Länge nach zu überziehen; durch weiteres Kippen gelang es, sie neben ihrer vorherigen Bahn fließen zu lassen, so daß sie die Fläche des Glases schließlich vollständig bedeckten. Am Tage darauf konnte man mit der Spitze eines Messers die teilweise erstarrte Masse bis auf das Glas herunter der Länge und Quere nach durchfurchen und sie damit gleichzeitig auf beiden Seiten der entstehenden Rinne wallförmig aufstauen. Ließ man dann weitere Balsamtropfen darüberfließen, so hinderten die jetzt vorhandenen Unebenheiten ein schnelles Anschmiegen der neu hinzukommenden Masse an die Unterlage. Es wurde Luft abgeschlossen, die sich zu Bläschen abrundete. Dabei erwies es sich als nebensächlich, in welcher Richtung die erste Harzmasse aufgestaut war. Bei einem Hin- und Herkippen des Objektträgers bewegten sich die Bläschen mit dem Balsam zusammen vor- und rückwärts. Die ursprünglichen Hohlräume haben sich also nach kurzer Zeit ausgefüllt; die sie erfüllende Luft löste sich los und erhielt Kugelform. Beim Liegen in der Sonne und ebenso beim Erwärmen nahmen die Bläschen etwas an Größe zu.

Am nächsten Tage wurden in gleicher Weise Unebenheiten in die noch zähflüssige Decke des Kanadabalsams geritzt. Die auftretenden Erscheinungen waren die gleichen wie vorher, doch waren die Bläschen größer, da die Balsamschicht dicker war. Sie hatten jetzt einen Durchmesser von 0,6—0,7 mm, während er vordem nur halb so groß war. Auch diesmal stiegen Bläschen auf und wanderten mit dem fließenden Balsam. Dieser Versuch ließ sich auch am dritten Tage mit Erfolg wiederholen, freilich setzten die wallartigen Erhebungen zu beiden Seiten der Furchen der Bewegung des Balsams bereits Schwierigkeiten entgegen. Die Größe der entstehenden Bläschen schwankte zwischen 0,6 und 1 mm Durchmesser. — Weitere Versuche gaben kein rechtes Gelingen, weil die fließende Masse den Hervorragungen ausbog. Für eine Reihe von Harzdecken, die aufeinander lagen, wurde die Dicke zwischen 2 Objektträgern gemessen und die Dicke für jede von ihnen zu 0,225 mm (bei je 3 Tropfen) bestimmt. Wäre mehr Substanz genommen, so hätte sie die Aufstauungen von mehreren Balsamflüssen übersteigen können.

In der Natur entstehen ebenfalls hinter Erhebungen oft Vertiefungen, die von Harzflüssen überbrückt werden können, wobei dann in der Regel rundliche Hohlräume entstehen. — Wie Versuche zeigen, läßt sich in vielen Fällen nicht ohne weiteres erkennen, ob fließender Kanadabalsam vorhandene Unebenheiten ausgefüllt hat; erst im Laufe der folgenden Tage kann man durch das Auftreten von Bläschen darüber Klarheit gewinnen.

Unter einer dünnen Decke des Balsams können die Blasen platzen, wobei dann die Reste der dünnen Haut von der übrigen Masse resorbiert werden. Es entstehen auf diese Weise Löcher bis zu ca. 6 und mehr Millimeter Durchmesser, die sich allmählich abflachen oder bei zäherem Material mehr oder minder steilwandig bleiben. Blasen mit Luft- oder Wasserinhalt in der Nähe des Saumes einer Balsamdecke sinken im Laufe einiger Wochen immer mehr und mehr zusammen, werden schließlich ganz flach und verschwinden schließlich vollkommen, ohne eine Spur zu hinterlassen; sie lüften die über ihnen ruhende Decke und entweichen.

Beim Fließen des Balsams auf seiner Unterlage kommt es auf verschiedene äußere Umstände an, vorzugsweise auf die Neigung der abwärtsfließenden Masse, auf seine Menge und seine Konsistenz. Bereits G. C. Berendt weist darauf hin, daß die später entstehende Harzdecke die vorhergehende nicht in allen Punkten zu bedecken braucht, und daß die ursprüngliche Beschaffenheit des ausfließenden Harzsaftes verschiedene Abstufungen in ihrer Konsistenz gehabt haben muß (2, p. 31; 3, p. 34). — Ferner hebt F. Kaunhowen hervor, daß der Gehalt der einzelnen Flüsse nicht immer gleichen Gehalt an Zellsaft besaß (10, p. 37); daraus läßt sich ebenfalls eine Verschiedenheit in der Beschaffenheit des Balsams folgern. Es ist hinzuzufügen, daß auch die Menge der Beisubstanzen, wie Terpentin u. a., je nach der Individualität des Nadelbaums, seines Standortes und Bodens und weiteren äußeren Umständen recht starke Schwankungen aufzuweisen vermag. Auch getrübte Flüsse können unter gewissen Umständen verhältnismäßig leicht beweglich gewesen sein, wenn ihr Balsam reich an Beimengungen war. Bei träger Bewegung füllen sie ungern Vertiefungen aus und nehmen ungern Hindernisse; sie suchen dann vielmehr den Weg des geringsten Widerstandes. Bei diesem wählerischen Wandern schafft sie neue Hindernisse für die nachfolgenden Flüsse und sogar Vertiefungen durch Umfließen nur wenig hervorragender Stellen.

Eine zweite Reihe von Versuchen bezog sich auf künstliche Wassereinschlüsse in Kanadabalsam. Objektträger wurden mit ihm überzogen und am folgenden Tage kleine Wassertropfen aufgesetzt. Der darüberfließende Balsam ging je nach den Umständen über sie fort und plattete sie ab, ohne ihre Gestalt zu verändern, oder er zog sie zu verschiedener, länglicher Form aus. Größere Tropfen blieben mit lang ausgezogener Spitze haften und bewegten sich mit ihrer Hauptmasse unter dem Balsam so weit fort, daß sie Tränenform annahmen; in einem Falle wurde ein prächtiges Gebilde von 10,7 mm Länge und 6,7 mm Breite auf diese Weise erhalten. Blieben sie mit breitem Ende hängen, so versuchte das Wasser sich bei der Fortbewegung einzuschnüren, so daß etwa die Form einer Sohle oder eine andere ähnliche entstand. Immer zeigte dann das Präparat eine Oberfläche, deren Emporwölbungen genau den

Konturen des eingeschlossenen Wassers entsprachen. — War dieses für die Neigung des Objektträgers zu schwer, so daß es sich kaum durch Adhäsion an ihm festhielt, dann setzte der fließende Balsam es in Bewegung; beide wälzten sich eine Strecke lang über- und durcheinander, und der endlich entstehende Einschluß war stellenweise zerrissen, sehr stark eingeschnürt, breit ausgewalzt oder in anderer Weise ganz beliebig gestaltet. Dann zeigte er stellenweise weiße Stellen und Säume, die — wie sich u. d. M. zeigte — dadurch entstanden waren, daß beide Substanzen sich innig miteinander vermischt hatten und der Balsam mit winzigen Bläschen erfüllt war. — Im Laufe einiger Wochen können diese Trübungen sich aufhellen.

Ein Bernsteinstück von solchem Aussehen bildet bereits Nath. Sendel (16, p. 303, Taf. 11 Fig. 7) ab, ein weiteres wurde mir aus der Sammlung des Herrn Pfarrer Winkler, früher in Zoppot, bekannt. — Größere Wassertropfen können auf diese Weise durch fließenden Balsam kaum gebildet sein; sie sind zu schwer, um sich auf schräger Unterlage längere Zeit zu halten, während der nur im Sonnenlicht leicht bewegliche Balsam auf wenig geneigter Bahn erst dann zum Abschließen herankommt, wenn die Flüssigkeit teilweise verdunstet ist.

Das benutzte Präparat aus Tuben schwimmt auf Wasser, es vermag deshalb auch über größere Wasseransammlungen hinwegzugleiten. Schließt es sie nicht vollständig ab, so bildet es keine zusammenhängende Decke; durch die entstehenden Lücken verdunstet die Flüssigkeit, und es entstehen Hohlräume. — Da der Harzfluß nur bei sonnigem, warmem Wasser erfolgen kann, wird mit größeren befeuchteten Flächen kaum zu rechnen sein; dagegen ist anzunehmen, daß er auf seiner Bahn größere und kleinere Tropfen traf, die von Tau und Regen stammten und bei der Bewegung der Bäume durch den Wind von ihren höheren Teilen auf die tiefer gelegenen fielen.

Weitere Versuche wurden mit Harz angestellt, das während der Kriegszeit in unsern Wäldern gewonnen wurde (14); es war Grandeln der Nutzbäume aus der Pelpliner Forst entnommen und in festgeschlossenen Gefäßen aufbewahrt. Im Gegensatz zum Kanadabalsam war sein spezifisches Gewicht größer als 1; es wurde auf dem Wasserbade durch Erwärmen verflüssigt und als durchscheinende, weißliche Masse auf Objektträger gebracht. Setzte man ihm Wassertropfen in den Weg, so nahm es diese wie Hindernisse und schloß sie ein. Wo Unebenheiten vorhanden waren, konnte diese zähere Masse sie nicht ohne weiteres übersteigen, es entstanden abgesperrte Hohlräume, die sich erst später mit Balsam füllten, worauf sie dann im Laufe der nächsten Tage — mitunter erst nach 1 Woche — die Luft in Form von Bläschen emporsteigen ließen, die zuerst noch infolge ihres Entstehungsortes und der zähen Flußmasse recht unregelmäßig geformt sein konnten. Floß das Harz z. B. über eine steilwandige Öffnung, wie sie durch das

Einfallen eines größeren Luftbläschens entstanden war, so blieb oft ein halbmondförmiger Hohlraum zurück. Dieser trat bei weiterem Ausfüllen der Öffnung immer mehr hervor und wurde mehr und mehr rundlich. Auf dem Wasserbade wurde er schließlich vollkommen kugelrund und nahm noch mehr an Größe zu. Außer der Erwärmung war hieran wohl der Umstand beteiligt, daß die meisten Bläschen der getrübten Balsammasse verschwanden und ihren Inhalt in die große Luftblase hinein abgaben. — Auch in einem Bernsteinstück konnte bei einem abgeflachten Bläschen mit Wasserfüllung ein nieren- bis halbmondförmiges Luftbläschen wahrgenommen werden; es war sehr schwer beweglich. Der Umstand, daß es seine Form beibehalten hat, ist dadurch zu erklären, daß nicht eine dünne Harzdecke, sondern eine ganze Menge von ihnen den Abschluß besorgten und jede Bewegungsmöglichkeit ausschlossen.

An einem Präparat ließ sich trotz der Zähigkeit des Materials eine absonderliche Beobachtung machen. Der Harzfluß hatte auf geneigter Bahn einen runden Tropfen zu Tränenform ausgezogen. Diese ging bei horizontaler Lage des Objektträgers im Laufe der nächsten Tage in die eines flachen Kugelsegments mit dem größten Durchmesser von ca. 4 mm über. Auch die Harzdecke über dem Einschluß rundete sich ab; während ihre Erhebung über ihm zuerst ungefähr die Form einer Mandel hatte, wurde sie später zu einem flachen, kreisrunden Hügel. Besonders beim Spiegeln der Oberfläche machte sich diese Abänderung gut bemerkbar. — Diese plankonvexe Form blieb bei vielen Wassereinschlüssen erhalten, wenn der Durchmesser des ebenen Kreises nicht mehr als 4 mm betrug und ihre Unterlage nicht mehr als 45—60° Neigung hatte. Größere Wassereinschlüsse, zumal wenn noch stärkere Neigung hinzukommt, können ihren Ort nicht beibehalten und rollen herab.

Schließlich wurde versucht, wie fließender Kanadabalsam sich festen Widerständen gegenüber verhält, die sich ihm in den Weg stellen. Bei dem ersten Überziehen der Objektträger wurden in den Balsam etwa 5 mm lange Stückchen von halbiertem Zündholz gedrückt, längs und quer, trocken und befeuchtet. Der am nächsten Tage darübergeleitete Fluß zeigte keinerlei wesentlich abweichendes Verhalten gegen die in Lage und Trockenheit verschiedenen hervorragenden Brocken. Sogar an den längsgestellten machte sich seitlich das Entstehen von Bläschen bemerkbar, vorzugsweise freilich bei den quergerichteten. Ihre erste Form hängt von Form und Lage der erzeugenden Widerstände ab; bald runden sie sich aber und steigen empor. —

Um das Eindringen von Wasser in Bläschen zu verfolgen, wurden 2 Proben mit farbigen Salzlösungen in schwach luftverdünntem Raum angesetzt. Stück 1 besaß Blättchenform von rund 11 mm Länge, war blaßgelb, enthielt viele Bläschen und kam in eine konzentrierte Lösung von Kupfervitriol. Stück 2 hatte

Würfelform von etwa 9 mm Kantenlänge, gelbbräunliche Färbung und in der Mitte einen größeren, fast kugelrunden Hohlraum; es wurde in 5%ige Lösung von Kaliumbichromat gelegt. Der Luftdruck wurde im Laufe von etwa je 1 Stunde auf 29 cm Quecksilbersäule (0,4 Atm.) vermindert und bei jeder Unterbrechung des Versuchs in gleicher Zeit wieder langsam auf die normale Höhe gebracht. — Nach 8 Tagen enthielt das 2. Stück bereits Flüssigkeit und eine Vakuole mit einem Durchmesser, der halb so groß war wie der des ursprünglichen Hohlraums; Stück 1 zeigte dagegen kaum eine Veränderung. Nach weiteren 8 Tagen begann es sich blau zu färben; besonders die nach außen gelegenen größeren Bläschen von durchschnittlich 0,7 mm Durchmesser hatten sich bereits gefüllt und zeigten bewegliche Libellen. In Stück 2 war diese etwas kleiner geworden und beweglicher als vor einer Woche. — Nach weiteren 8 Tagen hatte sich im ersten Stück die Zahl der gefüllten Bläschen etwas vermehrt; das größte, welches dicht unter der Oberfläche lag und die Form eines flachen Kugelsegments von 1,872 mm Durchmesser hatte, war vollkommen gefüllt und enthielt keine Luftblase mehr. Bei Stück 2 war die Libelle nicht oder kaum kleiner geworden, auch andere Veränderungen ließen sich nicht wahrnehmen. Die Vorversuche wurden deshalb 3 Wochen nach ihrem Beginn abgebrochen. Etwa 5 Wochen später zeigte sich, daß die in Untersuchung genommenen Proben sich tiefgreifend verändert hatten. Bei beiden Stücken waren oberflächlich Risse aufgetreten. Diese hatten die oberflächlich gelegenen und deshalb leicht gefüllten Bläschen von Stück 1 angeschnitten, so daß sie jetzt vollkommen ohne Flüssigkeit waren und nur an einigen Stellen ihrer Innenfläche kleine Kriställchen von Vitriol enthielten. An ihrem Rande waren stellenweise Sprünge entstanden. Das gleiche zeigte Stück 2; auch hier war die Höhlung jetzt leer, durch sie gingen Sprünge und eine sog. Flinte, die durch Überbleibsel des Chromats tiefere Färbung zeigte.

Zur genaueren Prüfung der sich abspielenden Vorgänge wurde eine Wiederholung dieser Versuche mit destilliertem Wasser neben entsprechender Behandlung klaren und kompakten Vergleichsmaterials vorgenommen. Das Stück mit den Bläschen hatte 1,7208 g Gewicht, 862 mm^2 Oberfläche und 1654 mm^3 Volumen; es entsprachen mithin 1 mm^3 0,52 mm^2 Oberfläche. — Das blasenfreie Vergleichsmaterial hatte 1,5853 g Gewicht, 1208 mm^2 Oberfläche, 1570 mm^3 Volumen; Quotient 0,77. Unter gleichen Verhältnissen wie bei der ersten Versuchsreihe zeigte sich in dem länglichrunden Hohlraum Flüssigkeit und eine Libelle von gleicher Form wie dieser. Ihr größter Durchmesser war etwas größer als der kleine des ursprünglichen Hohlraums; sie war schwer beweglich und konnte nur durch Stöße zu einer Änderung ihrer Lage gebracht werden. Wie sich zeigte, war die ganze Wandung von einer dünnen Wasserschicht bedeckt,

die beim Wenden des Stückes sich nach unten hin verdickte. Sie umschloß das Luftbläschen und haftete fest adhärierend am Bernstein. Es hatte sich bereits eine zart angedeutete Flinte gebildet, die durch den größten Schnitt des Hohlraums ging. Von Woche zu Woche wurde die Libelle kleiner, runder und beweglicher; doch wurden die Veränderungen immer geringfügiger. Das Vergleichsmaterial blieb scheinbar unverändert.

Die Gewichtszunahme ergab sich für

	Bernstein mit Hohlraum				Vergleichsmaterial			
	Gewicht in g	Gewichtszunahme zwischen je 2 Wäg. (in mg)	Gewichtszunahme im ganzen (in mg)	in %	Gewicht in g	Gewichtszunahme zwischen je 2 Wäg. (in mg)	Gewichtszunahme im ganzen (in mg)	in %
Zu Anfang .	1,7208	—	—	—	1,5853	—	—	—
Nach 1 Woch.	1,7309	10,1	10,1	0,59	1,5890	3,7	3,7	0,23
„ 2 „	1,7339	3,0	13,1	0,76	1,5908	1,8	5,5	0,35
„ 3 „	1,7349	1,0	14,1	0,82	1,5923	1,5	7,0	0,44
„ 4 „	1,7363	1,4	*	*	1,5942	1,9	*	*

* Die plötzliche ansteigende Gewichtszunahme ist durch das Auftreten von Sprüngen bedingt.

Besonders das Hauptstück zeigte nach einigen Tagen eine tiefgreifende Veränderung. Die Oberfläche war mit einem Netzwerk von Rissen bedeckt, die senkrecht zu ihr standen. Ein langer Sprung verlief der ganzen Länge nach; an dem einen Ende drang er 4 mm, am andern $1\frac{1}{2}$ mm tief ein. Ein weiterer großer Sprung (etwa 3,8 mm) verlief parallel zur Oberfläche in der Richtung der Breite. Durch den Hohlraum zog sich eine nur durch Irisieren angedeutete Flinte, die an der Oberfläche in eine kaum sichtbare, etwa 11 mm lange Schramme auslief. Ein kleines, randliches Bläschen war durch einen teilweise irisierenden Spalt durchsetzt und seine nach außen liegende Wandung abgesprengt. Wegen dieser Risse leerte sich der große Hohlraum schnell, bereits nach 2 Tagen war er fast leer; nur an den Wandungen haftete dann noch etwas Wasser. — Das Kontrollmaterial zeigte an der Oberfläche ein ähnliches Netzwerk von Sprüngen; da keine Hohlräume vorhanden waren, fehlten die großen Sprünge.

Diese in Wasser gebrachten Stücke zeigen ebenso wie die in farbigen Salzlösungen behandelten, daß Flüssigkeit im luftleeren Raum in den Bernstein eindringt: zuerst schnell, dann, rasch abnehmend, immer langsamer. Dabei treten Widerstände auf, die der aufgewendeten Gewalt widerstreben und durch Zerstörung der Stücke zum Ausgleich kommen. Wie die Tabelle zeigt, erfolgt die Gewichtszunahme bei Stücken mit Hohlraum naturgemäß schneller als bei kompakten.

Es wurde ferner versucht, ob ein Füllen von Hohlräumen in Bernstein auch durch verstärkten Druck veranlaßt werden könne. Zum Versuch diente eine dicke, unregelmäßig quaderförmige Platte, von der ein Stück abgebrochen war; sie hatte 3,5933 g Gewicht, 1438 mm^2 Oberfläche, 3312 mm^3 Volumen; $O : V = 0{,}43$. Die kleinste Entfernung des Hohlraums betrug ca. 1,5 mm. — Das Kontrollmaterial hatte 1,9970 g Gewicht, 1375 mm^2 Oberfläche, 1959 mm^3 Volumen; $O : V = 0{,}70$. Der Bernstein wurde in ein Gefäß gegeben, durch dessen Mündung ein Glasrohr von ca. 8 mm Weite führte und unter dem Druck einer Wassersäule von 1,6 m (ca. 1,2 Atm.) gehalten. — An dem Stück mit dem Hohlraum ließ sich im Laufe der ersten Wochen keine Änderung wahrnehmen; nach 3 Wochen zeigte sich die Innenseite der Vakuole, die eine weißliche Verwitterungshaut trug, etwas klarer, und bei weiteren genaueren Untersuchungen hellte sie sich immer mehr und mehr auf, ohne daß sich eine Füllung bemerkbar machte. Ungefähr 1 Monat nach Anfang des Versuchs trat eine bräunliche, sehr zarte Sprungfläche um den Hohlraum auf, ohne daß sie bis an die Oberfläche gedrungen wäre. Gleichzeitig zeigte eine Ecke des Stückes von 0,0031 g Gewicht die Neigung, sich abzutrennen; sie wurde abgelöst. Dadurch wurde die Oberfläche um ca. 88 mm^2 vergrößert. Nach erfolgter Umrechnung wurden an dem Stücke die Wägungen fortgesetzt. — Mit dem Freilegen des Bernstein-Inneren begann unter dem erhöhten Druck eine neue Wasseraufnahme, die aber bald wieder erlahmte. Das Eindringen scheint nur in den äußeren Teilen verhältnismäßig rasch zu erfolgen und dann bald zum Stillstand zu kommen; es erklärt das die Tatsache, daß es unmöglich ist, in absehbarer Zeit Bernstein durch anorganische Salzlösungen, die miteinander Niederschläge erzeugen, durchgehend zu färben.

Die Gewichtszunahme ergab sich für

	Bernstein mit Hohlraum				Vergleichsmaterial			
	Gewicht in g	Gewichtszunahme zwischen je 2 Wäg. (in mg)	Gewichtszunahme im ganzen (in mg)	Gewichtszunahme in %	Gewicht in g	Gewichtszunahme zwischen je 2 Wäg. (in mg)	Gewichtszunahme im ganzen (in mg)	Gewichtszunahme in %
Zu Anfang .	3,5933	—	—	—	1,9970	—	—	—
Nach 1 Woch.	3,5974	4,1	4,1	0,11	1,9996	2,6	2,6	0,13
„ 2 „	3,5993	1,9	6,0	0,17	2,0006	1,0	3 6	0,18
„ 3 „	3,6008	1,5	7,5	0,21	2,0007	0,1	3,7	0,19
„ 4 „	3,6015	0,7	8,2	0,23	2,0016	0,9	*	*
Nach 1 Mon.	3,5984	8,2	8,2	0,23				
„ 2 „	3,6042	5,8	14,0	0,39				
„ 3 „	3,6046	0,4	14,4	0,40				

* Die plötzlich auftretende Gewichtszunahme ist durch das Auftreten von Sprüngen bedingt.

Das einen Monat hindurch dem erhöhten Druck ausgesetzte Vergleichsmaterial war in jeder Hinsicht unverändert.

Das Ergebnis einer weiteren Reihe von Wägungen an gelbem, kompaktem Bernstein unter gewöhnlichem Druck gibt die folgende Zusammenstellung; sie zeigt, daß das Eindringen von Wasser langsamer erfolgt und rascher zum Stehen kommt, als unter erhöhtem oder vermindertem Druck. Das Material hatte 1,6034 g Gewicht, 1412 mm^2 Oberfläche und 2141 mm^3 Volumen; $O : V = 66$.

	Gewicht in g	Gewichtszunahme zwischen je 2 Wägungen (in mg)	Gewichtszunahme im ganzen (in mg)	Gewichtszunahme in %
Zu Anfang . . .	1,6034	—	—	—
Nach 1 Woche .	1,6047	1,3	1,3	0,08
„ 2 Wochen .	1,6053	0,6	1,9	0,12
„ 3 „ .	1,6053		1,9	0,12

Äußere Veränderungen zeigte der Bernstein nach den 3 Wochen natürlich nicht.

Ein Vergleich zwischen dem unter Luftdruck-Erhöhung und -Verminderung behandelten Material ergibt, daß letzteres sich schneller mit Flüssigkeit füllt als das erstere. Es läßt sich dieser Umstand so erklären, daß die Hohlräume Druckwirkungen die konvexe Seite zuwenden und deshalb länger unversehrt bleiben als bei der Wirkung von Zug. Versuche in dieser Richtung zeigen vielfach Bruchstücke dünner Wandungen von den Luftblasen unter verdünntem Luftdruck herausgesprengt. — Freilich treten bei allen behandelten Stücken mit Hohlräumen, die wiederholt einem Wechsel des auflastenden Luftdrucks ausgesetzt sind, Sprünge hervor. Diese entstehen als Ergebnisse des Bestrebens, die auftretenden Spannungsdifferenzen auszugleichen.

Hohlräume im Bernstein können durch Zusammentreten kleiner Bläschen entstanden sein, andererseits dadurch, daß der Balsam Tier- oder Pflanzenteile (organ. Reste) oder Wassertropfen (anorg. Reste) überfloß. Winzige Tröpfchen und zarte Fäden von Bernstein konnten von fließendem Balsam umschlossen werden, doch vermochte bei einsetzender Verwitterung auch eine nachträgliche Anstüllung von vorhandenen oder entstehenden Hohlräumen durch leicht schmelzbare und deshalb leicht bewegliche von seinen Harzbestandteilen stattfinden. Bei manchen von größerer Ausdehnung wird die Vermutung geweckt, daß sie durch Abrundung von einstmaligen Inklusen entstanden. Wo die Blasen sich bildeten, kann vielfach nicht anstandslos angegeben werden, weil sie mit den

Bewegungen in der Harzmasse leicht ihre Stelle änderten. Hafteten sie an Widerständen fest, so konnten sie hierdurch leicht in die verschiedenartigste Form, durch Zerrungen sogar eingeschnürt und zum Zerreißen und Zerfall gebracht werden. Andererseits kann Zug und Druck im Laufe der Zeit derart auf sie wirken, daß sie sich abplatten und schließlich zu schmalen Scheiben umformen. Verkitten wandernde Harzbestandteile deren Flächen, so zeigt nur noch ein bräunlicher Ring die letzte Lage ihrer Peripherie an. Andererseits können Sprünge sich zu Bläschen ausdehnen; wenn sie größer sind, vermögen sie dabei verhältnismäßig große Druckkräfte zu entfalten. Lufträume, die durch fließenden Balsam abgeschlossen werden, versuchen ihre ursprüngliche Form in kurzer Zeit abzurunden, wenn die abschließende Decke nur dünn und deshalb nur wenig widerstandsfähig ist; oft löst sich dabei die Luft von ihrem Platze und steigt in Kugelform bis an die äußerste Grenze nach außen hin. Gleitet Balsam über locker anhaftende Wassertropfen, so verlieren diese ihr Gleichgewicht und geraten mit ersterem ins Rollen, wobei sie sich zu einer getrübten Masse durchmischen und flache, eigentümlich ausgewalzte Gebilde hervorrufen. Ob fallende Balsamtropfen, die zufällig auf befeuchtetes Harz treffen, die gelegentlich auftretenden, zerquetschten Formen von flachen Blasen hervorrufen können, bleibt zweifelhaft. Es ist vielmehr in den meisten Fällen anzunehmen, daß es sich auch hier — wie man es sehr oft nachweisen kann — um Bildungen handelt, bei denen Bernstein verwittert und dabei eine Aufblätterung erfährt. Gestützt wird diese Meinung durch die Tatsache, daß sie stets auf den wellenförmigen Erhebungen von Schlaubenschalen liegen. Die Erhebungen boten bei den einsetzenden Spannungen den Widerstand, der für die Loslösung der einzelnen Systeme voneinander notwendig war.

Flüssigkeiten verschiedener Art vermögen den Bernstein zu durchdringen, auch wenn sie ihn (wie Wasser) nicht teilweise lösen können. Einige seiner Bestandteile sind dazu imstande und vermögen Bläschen, dann aber auch die Sprünge und Risse, die er bei seiner Verwitterung erhält, wieder auszuheilen.

Literatur.

1. Aycke, Joh. Chr.: Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835.
2. Berendt, Georg Carl: Die Insekten im Bernstein. 1. Heft. Danzig 1830.
3. — Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt etc. Bd. 1: Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt, bearbeitet von Prof. Dr. H. G. Goeppert in Breslau und Dr. G. C. Berendt in Danzig. Berlin 1845.
4. — Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt etc. 1. Bd., 2. Abt.: Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt, bearbeitet von C. L. Koch und G. C. Berendt. Berlin 1854.

5. Boys, C. V.: Seifenblasen. Vorlesungen über Kapillarität. Aut. Übers. von G. Meyer. Leipzig 1893.
6. Dahms, Paul: Über geschichteten und achatartigen Succinit. Min. Unters. über Bernstein. X. Schrift. d. Naturf. Ges. zu Danzig. N. F. Bd. XIII. Heft 3/4. Danzig 1914. p. 1—24.
7. — Verwitterungsvorgänge am Bernstein. Min. Unters. über Bernstein. XI. Ebenda. p. 175—243.
8. — Einschlüsse in Bernstein. 38. Ber. d. Westpr. Botan.-Zool. Ver. Danzig 1916. p. 55—68.
9. John, J. F.: Naturgeschichte des Succins oder des sog. Bernsteins. I. Teil. Köln 1816.
10. Kaunhowen, F.: Der Bernstein in Ostpreußen. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1913. Bd. XXXIV. Teil II. Heft 1. Berlin 1913. p. 1—80.
11. Klebs, Richard: Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums von Stantien und Becker, Königsberg i. Pr. Nebst einer kurzen Geschichte des Bernsteins. Königsberg 1889.
12. — Über Bernsteineinschlüsse im allgemeinen und die Coleopteren meiner Bernsteinsammlung. Schrift. d. Phys.-ökon. Ges. zu Königsberg i. Pr. LI. Jahrg. Heft 1. Leipzig u. Berlin 1911. p. 217—242.
13. Lengerken, Hans v.: Etwas über den Erhaltungszustand von Insekteninklusen im Bernstein. Zoolog. Anzeiger. Bd. XLI. Nr. 6. 1913. p. 384—386.
14. Mehrhardt: Harzgewinnung in unsern Wäldern. 39. Ber. d. Westpr. Bot.-zool. Ver. Danzig 1917. p. 73—76.
15. Menge, A.: Lebenszeichen vorweltlicher, im Bernstein eingeschlossener Thiere. Danzig 1856.
16. Sendel, Nath.: Historia succinorum corpora aliena involventium etc. Lipsiae 1742. Pars II, cap. III: De inclusis aquosis. p. 301—314.
17. Tornquist, A.: Geologie von Ostpreußen. Berlin 1910.

Über einige epimagmatische Mineralparagenesen im Harz und ihre Bedeutung für die Füllung der Harzer Erzgänge.

Von **O. H. Erdmannsdörffer.**

Mit 1 Textfigur.

Am Ausgang der Steinernen Renne bei Wernigerode[1] tritt in den Bereich der Kontaktwirkung des Brockenmassivs ein faziell durch das Zusammenauftreten von Kalken, Tonschiefern und Kieselschiefern gekennzeichnetes Schichtensystem, das meist als Silur gedeutet wird. In relativ günstigen Aufschlüssen beobachtet man

[1] Vgl. die geol. Karte des Verf. im 7. Jahresber. d. niedersächs. geol. Vereins. 1914.

die Kontaktgesteine an der Bielsteinchaussee bei Kilometerstein 5, an dem Kleinen Wehr an der Holtemme, direkt unterhalb dieses Punktes, an der Chaussee, die vom Bahnhof Steinerne Renne in zahlreichen Windungen am Westhang der Hippeln bergan führt, und an dem Wasserlauf in halber Höhe dieses Berghanges.

Von Kontaktgesteinen wurden von hier bereits angegeben: Prehnit- und Pyroxenhornfelse, Granatplagioklashornfels[1] und granatführende Marmore[2]. Die Mannigfaltigkeit ist aber erheblich größer.

Recht verbreitet sind ausgezeichnet geschichtete, helle, z. T. fast weiße, dichte, splitterig brechende Gesteine, die in zentimeterdicken Lagen mit Tonschieferhornfelsen, wenig veränderten Kieselschiefern und Granatmarmoren wechsellagern. Sie bestehen zum weitaus größten Teil aus einem sehr fein verfilzten Wollastonit mit ebenfalls sehr fein verteiltem Diopsid und stark mit diesen beiden durchwachsenen Individuen von Grossular; sie stellen somit einen typischen Vertreter der Klasse 10 von V. M. Goldschmidt dar[3] und sind zweifellos durch Umkristallisation von Kieselkalken ohne wesentliche Stoffzufuhr entstanden. Eine von Herrn Dr. Eyme in Berlin ausgeführte Analyse ergab die Werte unter I:

	I.
SiO_2	47,82
TiO_2	0,22
Al_2O_3	2,71
Fe_2O_3	0,83
FeO	0,98
MgO	1,51
CaO	44,97
Na_2O	0,28
K_2O	
H_2O	0,32
CO_2	fehlt
F	„
B_2O_3	„
P_2O_5	0,19
Sa.	99,83

$D_{(22°)} = 3{,}028.$

Mineralbestand:

Titanit	0,5
Apatit	0,4
Magnetit	1,2
Grossular	11,9
Diopsid	10,6
Wollastonit	74,6

Dazu geringe Mengen von Feldspat und Glimmer, die die Alkalien enthalten.

Besonders verbreitet sind granatführende Gesteine, die in Lagen und Linsen in Tonschieferhornfels und Kieselschiefer auftreten. Die Farbe der meist deutlich körnigen Gesteine ist je nach der des Granats weiß, gelb oder grün. Dieser tritt in bis 2 mm großen Körnern auf, die bisweilen einzelne Kristallflächen besitzen,

[1] Jahrb. geol. Landesanst. f. 1909. **30**. I. 340.
[2] Zeitschr. d. D. Geol. Ges. **29**. 1877. 206.
[3] Kontaktmet. im Kristianiagebiet. 145.

und vielfach im Kern farblos, randlich honiggelb oder grün sind. Eine Teilanalyse eines gelben Granats von den Hippeln ergab mir die Werte:

Al_2O_3	6,55		
Fe_2O_3	22,37	MnO, MgO	in Spuren,
CaO	34,19		

die mit 36,89 % SiO_2 zu einer Mischung aus 17,54 % Grossular und 82,46 % Andradit führen.

Seine Körner liegen teils vereinzelt, teils zu kompakten Lagen vereint in einem Mosaik von Quarz und Kalkspat, deren Körner über 20 mm Größe erreichen und zackig-buchtig gegeneinander abgegrenzt sind. Schmale Anthrakonittrümer durchsetzen das Ganze. Andere Gemengteile fehlen diesem Typus, während die Gesteine an der Bielsteinstraße mannigfacher zusammengesetzt sind: Außer Grossular enthalten sie etwas Diopsid in winzigen, aber scharf idiomorphen Prismen im Quarz eingewachsen. Zoisit α, ebenfalls in scharfen Säulchen; Vesuvian in modellscharf begrenzten, bis 0,15 mm langen Kriställchen ((111):(001) im Mittel von 5 Messungen $= 37^0\,23'$, berechnet $= 37^0\,13{,}5'$; z. T. zonar mit abwechselnden optisch + - und — -Zonen; $\omega = 1{,}72$); schließlich ein faseriges Mineral mit + Längsrichtung, teils gerade, teils bis zu 9^0 auslöschend, $n = \pm 1{,}51$, Doppelbrechung mittelstark, 2E groß, parallel der Längsrichtung, opt. —; von HCl unter SiO_2-Abscheidung zersetzt, schwache Reaktion auf Ca. Diese Eigenschaften würden auf Epistilbit deuten, wenn dem nicht die Unschmelzbarkeit in der Bunsenflamme widerspräche.

Die normale Struktur gleicht der der Hippelngesteine; eine Breccientextur ist nicht selten: eckige Stücke von Granatfels werden durch grobkörnigen, z. T. anthrakonitischen Kalkspat verkittet, in dem bis zu 5 mm große Körner von Granat liegen, die bisweilen selbst wieder zerbrochen und durch Kalkspat neu verkittet sind. Wahrscheinlich fielen die Bewegungen, die zu dieser Textur führten, ganz oder z. T. in die Umkristallisationsphase.

Während in diesen Gesteinen nur der Granat eigene Kristallform aufweist, treten in eng mit ihnen verknüpften Gesteinsteilen auch Kalkspat und Quarz idiomorph auf. In den Bielsteinvorkommen durchsetzt der Quarz vielfach in scharfen Prismen mit (10$\bar{1}$0), (10$\bar{1}$1) und (01$\bar{1}$1) den xenomorphen Kalkspat; an den Hippeln überwiegen solche, in denen umgekehrt der Kalkspat scharf begrenzte, dünntafelige Kristalle nach (0001) von bis 15 mm Größe bildet, die kreuz und quer liegend ein Gefüge hervorrufen, das an die divergentstrahlige Struktur der körnigen Diabase erinnert (vgl. die Textfigur). Die eckigen Felder zwischen diesen Leisten erfüllt z. T. Kalkspat, zumeist aber Quarz, wobei benachbarte Felder

im allgemeinen verschieden orientiert sind. Granatkörner sind wie bei den normalen Gesteinen gleichmäßig über das Ganze hingestreut. Auch kompakte Quarzmosaikfelder mit einzelnen Kalkspattafeln oder Granatkristallen kommen vor.

Gesteine dieser Ausbildung stehen an den Hippeln mit normalen Kontakttypen z. T. derart im Zusammenhang, daß diese die randlichen, an den Tonschieferhornfels stoßenden Teile der Kalklinsen oder -lagen einnehmen, die divergentstrahligen Abarten deren innere Partien. Die Grenzen sind verschwommen; einzelne Kalkspattafeln greifen in den normalen Kontaktkalk ein, dagegen schneiden die in diesem aufsetzenden Anthrakonittrümer an der Grenze ab.

Weiß = Quarz, Grau = Kalkspat, Schwarz = Granat. Vergr. 10 ×.

Ganz besonders starke, insbesondere auch stoffliche Abweichungen von den normalen Kontaktkalken zeigen sich im Bereich einiger diesen Schichtkomplex an den Hippeln durchsetzenden Querstörungen. Hier treten Gesteine auf, die außer aus Quarz und Kalkspat aus ungefähr gleichen Teilen von Andradit und Eisenglanz bestehen, von denen der letztere in teils vereinzelten, teils zu kompakten, feinschuppigen Aggregaten angehäuften, oft scharf hexagonal umgrenzten Tafelchen auftritt, die vielfach eng mit dem Andradit verwachsen sind. Vereinzelt liegen im Kalkspat scharfe Prismen von Pistazit.

Das Maximum dieser stofflichen Abweichung zeigen die Gesteine einer kleinen Pinge, in der auf Kupferkies geschürft worden ist. Ihre rohe Paralleltextur ist hervorgerufen durch Einschaltung von bis über 10 mm starken Zügen und Flecken von Eisenglanz und bis 30 mm breiten dunkelgrünen Lagen von Chlorit in das mit beiden Mineralien in wechselndem Maße imprägnierte Kalkspat-

Quarz-Andraditgestein, das auch einzelne Vesuvian kriställchen führt; das ganze, sehr bunte Gestein ist außerdem hell gefleckt durch Kupferkies, teils in unvollkommenen Kristallen, meist aber in unregelmäßigen, stark zerfressenen Körnern.

Eine exakte Altersfolge der einzelnen Mineralien ist im allgemeinen nicht nachweisbar; nur der Eisenglanz scheint nach seinem Verhalten in angeschliffenen Stücken den Kupferkies korrodiert und seine eigentümliche Form hervorgerufen zu haben.

Der Chlorit (Pennin) liegt meist in zahllosen Blättchen, radialen und helminthartigen Gruppen in einem Untergrund großer, siebartig durchbrochener Kalkspatkörner, seltener wird er von den Kalkspattafeln, ähnlich wie der Quarz, xenomorph begrenzt. Der optische Charakter ist —, γ grasgrün, etwas bläulich $> \beta$ ebenso mit Stich ins Gelbe $> \alpha$ hellgelblich; Doppelbrechung sehr schwach.

Sehr bedeutsam ist, daß Trümer dieser Art, sehr reich an Kupferkies, in Mächtigkeit von einigen Zentimetern auch die benachbarten Tonschieferhornfelse unabhängig von deren Schichtung durchsetzen.

Die Bildung dieser Mineralaggregate steht, wie erwähnt, in Beziehung zu Verwerfungsspalten. Solche durchsetzen das ganze Gebiet in großer Menge und fallen z. T. durch mächtige Quarzmassen auf, die Felsen bilden, wie den „Silbernen Mann", den „Bielstein", den in der Goslarschen Gleie aufsetzenden, über 1,5 km weit verfolgbaren Gang, sowie die an den Hippeln, dem Tumkuhlenkopf u. a. m. Ihr Verlauf ist mit wenigen Ausnahmen in hercynischer SO—NW-Richtung. Im gleichen Sinne strahlen vom Granit aus lange, mit Quarzporphyr gefüllte Apophysen ins Nebengestein. Die Quarzgänge durchsetzen z. T. den Granit und anscheinend auch den Quarzporphyr.

Die Mineralausfüllung dieser Gänge ist mannigfach. Die erste Substanz, die Spuren hinterlassen hat, ist Kalkspat. Man findet ihn vereinzelt noch am Salband aufsitzend oder als Einschluß im Quarz, der nach ihm gebildet wurde und ihn teils verdrängt, teils auf ihm sich abgesetzt hat; wo er nachträglich ausgelaugt wurde, treten mehrfach große und ausgezeichnet scharfe Hohlabdrücke seiner Formen auf, unter denen einfache Rhomboeder überwiegen; seltener sind Kombinationen von $(10\bar{1}1)$ und $(21\bar{3}1)$. Der Quarz ist α-Quarz, auf Hohlräumen zierlich kristallisiert ($(10\bar{1}1)$, $(01\bar{1}1)$, $(11\bar{2}1)$, $(10\bar{1}0)$, Zwillinge nach $(10\bar{1}0)$), in den derben Massen oft schalig gebaut. Feinschuppiger Eisenglanz, z. T. in Form von Eisenrahm, überzieht häufig die Quarzkristalle, findet sich aber auch öfters in ihnen eingeschlossen. Seltener ist Pyrit in meist zu Brauneisen umgewandelten Würfeln, Schwerspat in flachtafeligen Kristallen von 5—7 mm Größe und etwas Kalkspat, die sämtlich deutlich jünger sind als der Quarz.

Auf einem gleichgerichteten System von Gängen finden sich im Tumkuhlental und Drängetal Erze[1]: Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, in einzelnen außerdem auch Arsenkies, Speiskobalt, Rotnickelkies, Wismut und deren Umwandlungsprodukte. Auch eine jüngere Generation von Quarzkristallen tritt auf, die von Pyrit überkrustet sind.

Im Tumkuhlental ist α-Quarz und Eisenglanz mit Epidot verknüpft[2], dessen Paragenese zweierlei Art ist:

a) Der Quarz bildet Gangtrümer im Granit, die mit ihm durch pegmatitische Übergangsglieder in Beziehung stehen. Auf den langsäulentörmigen Kristallen sitzt der strahlige Epidot (bis 2 cm lang), der selbst von bis über 3 cm langen dicht gepackten Tafeln von Eisenglanz, z. T. auch einzelnen „Eisenrosen", überkrustet wird.

b) Im Granit selbst tritt der Epidot in den z. T. ausgezeichnet schriftgranitisch entwickelten Abarten teils in einzelnen idiomorphen Kristallen als Einschluß in den mikroperthitischen Orthoklasen auf, zumeist aber zwischen deren Tafeln mit Quarz, lokal auch mit grobspätigem Kalkspat zusammen. Die Bildungszeit des Epidots fällt also sicher zum Teil in die pegmatitische Phase hinein, hat sie aber überdauert, da er die Pegmatitgemengteile, vor allem aber die mit diesem eng verbundenen normalgranitischen Gangteile in Form von schmalen Trümern durchsetzt, und sich auch in deren Gemengteilen ansiedelt.

Für die Bildungsweise von Epidot in magmatischen Gesteinen haben die Untersuchungen von Laitakari, Eskola und Mäkinen einige Gesichtspunkte ergeben[3]. Laitakari beschreibt einige, z. T. ebenfalls mit pegmatitischen Abarten in Verbindung stehende, körnige Albit-Epidotgesteine aus Finnland als „Helsinkite"; Strukturbilder, wie sie seine Fig. 5 übermittelt, finden sich in den pegmatitischen Teilen des Tumkuhlengesteins vollkommen wieder. Der Hauptunterschied zwischen beiden Vorkommen liegt in dem Vorherrschen des Natronfeldspats in den finnischen Gesteinen; doch kommen auch dort Mikroperthit führende Abarten vor. Die Bildung der Epidot führenden Teile wird auf Absatz aus einer mit der Pegmatitbildung zusammenhängenden hydrothermalen Lösung zurückgeführt.

Eine an Epidot reiche Probe des granitischen Ganganteiles ergab nach Herrn Dr. Eyme die Zusammensetzung unter I. (II. Molekularprozente.)

[1] Vgl. Schleifenbaum, Schrift. d. naturw. Ver. d. Harzes Wernigerode. 9. 1894.

[2] Rammelsberg. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. **16**. 1864. 6; mit 40 % Fe-Epidot, nach Lüdecke mit (001), (101), (011), (100). $\beta - \alpha = 0{,}040 \pm 0{,}002$.

[3] Bull. Comm. geol. Finlande. **51**. 1918 u. **47**. 1916. 71; Övers. Finska Vetensk. Soc. Förhandl. **63**. 1920/21. 66; Norsk. Geol. Tidskr. VI. 181.

	I.	II.			
SiO_2	59,09	64,76	D = 2.791.		
TiO_2	0,06	0,05			
Al_2O_3	15,48	10,01	Mineralbestand:		
Fe_2O_3	5,10	2,09	Or	39,72	
FeO	1,53	1,39	Ab	6,52	46,51
MgO	0,25	0,41	An	0,27	
CaO	9,14	10,73	Epidot	32,48	
Na_2O	0,78	0,83	Quarz	16,83	
K_2O	6,79	4,74	Hornblende	0,62	
H_2O	0,72	2,61	Kalkspat	3,45	
CO_2	1,53	2,28	Apatit	0,48	
P_2O_5	0,22	0,10	Ilmenit	0,11	
Sa.	100,69	100,00		100,48	

Die Berechnung der Osann'schen Werte (a = 8,4, c = 6,6, f = 15,0, k = 1,22) reiht dies Gestein in dessen Typus Csiklovabanja, eine Übergangsgruppe zwischen Syenit—Diorit[1], ein.

Die zu diesen Mineralparagenesen führenden Prozesse werden verständlich durch ihre Eingliederung in den Rahmen der sie umschließenden geologischen Vorgänge.

In der varistischen Orogenese erfolgte die Aufrichtung der Schichten. Bei oder unmittelbar nach diesem Vorgang entstanden bereits hercynisch gerichtete, z. T. als Verwerfer wirkende Querspalten[2]. In die letzte Phase der Aufrichtung fällt die Intrusion der Granite[3] mit ihrer randlichen Zone dioritischer Gesteine, von denen diese letzteren zuerst erstarrten und lokal zerklüfteten, so daß der noch nicht verfestigte Granit in sie eindringen und dort infolge der hohen Temperatur der Umgebung normalkörnige oder pegmatitische Struktur annehmen konnte, während er in den bereits vorhandenen Spalten des kühleren Nebengesteins als Quarzporphyr in Apophysenform erstarrte. In diesen Zeitabschnitt fällt auch die normale Kontaktmetamorphose des anstoßenden Nebengesteins.

Die an die Verfestigung der magmatischen Hauptmassen sich anschließende, durch das Vorherrschen der leicht flüchtigen Mineralisatoren des Magmas charakterisierte „epimagmatische Phase“[4] macht sich in zwei Arten von Paragenesen bemerkbar:

1. in den Drusenmineralien der Miarolithgranite,
2. im Bereich der besonders reaktionsfähigen Kalksteine.

In diesen ist die Bildung des Andradits und des Eisenglanzes zweifellos auf eine pneumatolytische Eisenzufuhr zu beziehen, da in dem unveränderten Ausgangsmaterial dieses sehr charakteristischen

[1] Abhandl. d. Heidelberger Ak. d. Wiss. 8. 1919. 58.

[2] Vgl. Blatt Harzburg der geol. Spezialkarte.

[3] Jahrb. d. geol. Landesanst. für 1905. 26. 379.

[4] nach einem Ausdruck von F. Becke (Tscherm. Mitt. 33. 1914. 192) durch den hier Bergeat's peri- und apomagmatische Phasen zusammengefaßt werden sollen.

Schichtkomplexes nirgends Gesteine auftreten, durch deren Rekristallisation diese eisenreichen Substanzen entstehen konnten[1]. Es liegt hier also im kleinen ein Analogon zur Bildung der skandinavischen Skarngesteine vor.

Während die Verteilung des Andradits eine diffuse ist, findet der Eisenglanz seine Hauptentwicklung mit der Annäherung an Spalten, so daß für ihn wie den in gleicher Weise auftretenden Kupferkies die Abhängigkeit von Zufuhrkanälen wesentlich deutlicher wird.

Eisenglanz ist zwar seiner Bildungstemperatur nach ein Durchläufer, doch liegt gerade in seiner geologischen Position innerhalb dieses Gebietes ein räumlich und genetisch eng begrenzter Entstehungsbereich vor; er findet sich:

1. als Drusenmineral im Granit und auf Pegmatitquarzgängen;
2. in Form von Kluftausfüllungen im Ilsensteingranit und als Imprägnation in gewissen Kontaktgesteinen, hier deutlich mit Turmalin in syngenetischem Zusammenhang;
3. als Pseudomorphose nach Biotit in den drusigen Ilsensteingraniten.

Seine Zugehörigkeit zur pneumatolytischen Phase ist danach im vorliegenden Fall sicher.

Der Chlorit führt wohl schon eher zu hydrothermalen Bedingungen über, wenigstens scheint mir die von Roger[2] behauptete Zugehörigkeit zur eigentlichen pneumatolytischen Phase nicht sicher, und jedenfalls auf den vorliegenden Fall nicht übertragbar.

Für seine und des Eisenglanzes Herkunft aus hydrothermaler Zersetzung des Granats habe ich keinen Anhalt finden können.

Es ist also wohl berechtigt, wenn man diese Mineralparagenese als perimagmatisch im Sinne von Bergeat ansieht; apomagmatisch wären dann die nirgends weit über die äußere Grenze des Kontakthofes hinausgehenden Absätze von Pb-, Cu-, Zn-, Co-, Ni- und As-Erzen in dem gleichen System von Spalten. Von Erzen ist Kupferkies beiden gemeinsam.

Im Tumkuhlental findet sich die Absatzfolge: Quarzpegmatit — α-Quarz — Epidot — Eisenglanz. Der Zusammenhang mit Pegmatit ist eindeutig, der epimagmatische Charakter zweifellos.

Die Mineralparagenese in den Miarolithgranitdrusen des Massivs[3] hat mit den beschriebenen Gangvorkommen gemeinsam: Orthoklas, Quarz, Kalkspat, Epidot, Desmin[4], Kupferkies, Pyrit, Eisenglanz, Chlorit; sie unterscheidet sich von ihnen hauptsächlich durch die Führung von Turmalin, Flußspat und Zeolithen, besonders Chabasit. Man wird nicht fehlgehen, wenn man die Absatzbedingungen dieser

[1] Dies ist z. B. am Spitzenberg bei Altenau der Fall.
[2] Econ. Geology. 9. 1914. 385.
[3] Erläut. Bl. Harzburg. 2. Aufl. 55, 64.
[4] in Klüften im Schieferhornfels des Gr. Tumkuhlenkopfes.

beiden Mineralgesellschaften als ähnlich annimmt. Königsberger[1] schätzt die Bildungstemperatur in Granitdrusen für Chlorit und Epidot auf unter 450°, Kalkspat unter 350°, Desmin von 250° abwärts; die von Kupferkies liegt höher. Die Kristallisationsintervalle sind z. T. sehr ausgedehnt und greifen mehrfach über.

Die Quarzgänge vom Bielsteintypus sind postgranitisch, zeigen aber durch ihre Mineralführung (Eisenglanz, Kupferkies, Bleiglanz) gewisse Beziehungen zu den besprochenen Vorkommen, so daß mit der Möglichkeit zu rechnen ist, daß in ihnen innerhalb der epimagmatischen Phase aufgerissene Spalten vorliegen (vgl. auch die Breccientextur der Kontaktkalke am Bielstein), in denen noch Material granitischer Herkunft hydrothermal abgesetzt wurde. Die Altersreihenfolge Kalkspat—Quarz ist nach Stahl in den Harzer Erzgängen allgemein.

Die Rolle der Granite als Erzbringer für die Harzer Gänge wird von einer Reihe von Beobachtern angenommen[2]. Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich dabei für diejenigen, die ein wesentlich geringeres Alter der Gangspaltenbildung (mesozoisch bis tertiär) annehmen. Es erscheint daher der Nachweis einer Erzbildung auf Spalten im unmittelbaren Anschluß an die Granitintrusion für diese Frage von einiger Bedeutung. Er macht die ohnehin wenig plausible Annahme Stahl's von der Permanenz der erzbringenden magmatischen Lösungen innerhalb des ganzen Zeitintervalles Carbon—Mesozoicum entbehrlich, und weist das Aufreißen der Spalten und ihre Erzfüllung in die unmittelbare Folgezeit der varistischen Orogenese, wie es Lossen und mit gewissen Einschränkungen auch Klockmann angenommen hatten.

Daß in der Tat ältere, präpermische, hercynisch gerichtete Verwerfungsspalten im Harz vorhanden sind, ergibt sich u. a. aus dem Verhalten der dem Rotliegenden zugehörigen, eruptiven Nord-Südgänge des Mittelharzes, die über solche Linien ungestört hinwegsetzen[3]. Ferner teilte mir Herr Schriel freundlichst mit, daß am SO-Rand des Harzes die zahlreichen Querspalten innerhalb des Kerngebirges älter sind als die Ottweiler Stufe des Obercarbons.

Mit all diesen Feststellungen wächst die Wahrscheinlichkeit, auch in anderen Gangsystemen, wie z. B. denen des Ober- und Unterharzes, die Erzfüllung als epimagmatische Absätze in alten Spalten ansehen zu dürfen.

Hannover, 11. April 1922.

[1] in Doelter, Handbuch. II, 1. 30.

[2] Lossen, Erläut. zu Bl. Harzgerode. — Klockmann, in: Das Berg- u. Hüttenwesen des Oberharzes. 1895. — Stahl, Zeitschr. f. prakt. Geol. **28**. 1920. 192; Archiv f. Lagerstättenforschung. **27**. 1920. 52.

[3] Nach Beobachtungen des Verf. im Gebiet zwischen Wernigerode und Elbingerode. Auch die Eruptivgänge selbst sitzen z. T. auf N—S-Verwerfungsspalten.

Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet.

Von **K. Boden.**

Die Forschungen im oberbayerischen Flysch haben dazu geführt, die Flyschmasse in zwei altersverschiedene Bildungen, eine Kieselkalkgruppe und eine Sandsteingruppe, zu gliedern, die infolge ihrer Horizontbeständigkeit über weite Gebiete einer Spezialkartierung des Flysches zugrunde gelegt werden können.

Die Kieselkalkgruppe besteht aus einer monotonen Folge von harten Kieselkalkbänken und weichen Mergellagen. Vielfach walten die Kieselkalkbänke an Mächtigkeit und Häufigkeit vor oder die Hauptmasse des Schichtkomplexes wird von den weicheren zumeist mehr oder minder deutlich geschieferten Mergeln aufgebaut, in denen die Kieselkalkbänke härtere Einlagerungen bilden. Im Dünnschliff zeigen die Kieselkalke zwischen körnigen Kalken mit geringem Gehalt an Quarzkörnern alle Übergänge zu sandigen Kalken, Kalksandsteinen und quarzitischen Sandsteinen sowie ölig glänzenden Quarziten. Stets enthalten diese Gesteine wechselnde Mengen von Glaukonitkörnern, Foraminiferen und Spongiennadeln. Die Umlagerung der Kieselsäure der Spongiennadeln führt zu Neubildungen von feinkörnigen Quarzaggregaten und mehr oder minder starken Verdrängungen des Calcits durch die Kieselsäure. Durch derartige diagenetische Umformungen entstehen häufig Kalkhornsteine, die vielfach einen wesentlichen Bestandteil der Kieselkalkbänke ausmachen.

Die Sandsteingruppe setzt sich aus Sandsteinen zusammen, die ebenfalls als mehr oder minder dicke feste Bänke mit weicheren Mergeln abwechseln. Häufig, besonders nach oben zu, nehmen die weichen Zwischenmittel an Dicke und Regelmäßigkeit mehr und mehr ab und dickbankige bis massige Sandsteine sind fest aufeinandergepackt. Die Sandsteine sind echte Glimmersandsteine, deren hoher Gehalt an Muscovit, stellenweise auch Biotit ein sicheres Unterscheidungsmerkmal gegenüber allen sandigen Gesteinen der Kieselkalkgruppe liefert, denen nur sehr vereinzelt etwas Glimmer beigemengt ist. Auch die weichen mergeligen Zwischenlagen enthalten im Gegensatz zu den Mergeln der Kieselkalkgruppe, von selteneren Ausnahmen abgesehen, stets erhebliche Mengen von Glimmer.

Vielfach reichern sich die Sandsteine unter Zurücktreten des Glimmergehaltes mit gröberen Quarzkörnern an und erhalten dann zuweilen konglomeratischen Habitus.

Auf der geologischen Karte des Tegernseer Flysches von Wolfram Fink, welche diese Einteilung zuerst zeigt (Geogn. Jahresh.

1903. XVI), finden sich an der Grenze von beiden Gruppen noch rote Flyschletten ausgeschieden, als durchgehender ständig die Grenze begleitender Horizont. Diese roten, oder stellenweise auch grauen und grünen durch ihre lebhafte Färbung hervortretenden Gesteine sind allerdings häufig zwischen Kieselkalk- und Sandsteinflysch als mehr oder minder breite Streifen eingeschaltet, zuweilen vergesellschaftet mit roten flaserigen Kalken und Kalkhornsteinen, die makroskopisch mit Oberjuragesteinen verwechselt werden könnten, und bilden oft ein wichtiges Hilfsmittel zur Festlegung der Grenze zwischen beiden Einheiten.

Indessen muß berücksichtigt werden, daß auch innerhalb der Kieselkalkgruppe dieselben roten Letten als Einlagerungen auftreten und außerdem fanden sich bei der Kartierung der Schlierseer Flyschberge Profile durch die Grenzregion, in denen keinerlei Spuren der roten Letten nachgewiesen wurden, und in denen auch alle Anzeichen für tektonische Verquetschung fehlten, so daß keine durchgehende Horizontbeständigkeit der Letten angenommen werden kann. In den Flyschbergen zwischen Isar und Loisach wurden die Letten in den mittleren und nördlichen Teilen nirgends nachgewiesen und in den südlichen Teilen konnten nur einige winzige Ausbisse festgestellt werden. Im Benediktbeurer und Schlehdorfer Flysch fanden sich nahe der Sandsteingrenze Aufschlüsse, die eine gleichförmige Wechsellagerung von dünnen Kieselkalkbänken mit roten Flyschletten zeigten. Infolge dieser Tatsachen erweist sich die kartographische Ausscheidung der Letten an der Grenze der beiden Einheiten als nicht zweckmäßig, insbesondere da dieselbe zur Klarstellung des tektonischen Bildes in keiner Weise beitragen würde.

Vielfach wurden in den Schlierseer und Tegernseer Bergen im Grenzbereich der beiden Flyschgruppen konglomeratische und brecciöse Bänke beobachtet, z. T. auch feine Kalkbreccien, so daß Verflachungen des Meeres, vielleicht auch teilweise Verlandungen anzunehmen sind, die zum mindesten in bestimmten Bereichen einen schwachen Hiatus zwischen beiden Einheiten bedingen. Dadurch ist die Grenze zwischen Kieselkalk- und Sandsteinflysch bei Schliersee und Tegernsee zumeist recht günstig ausgeprägt. — Weniger scharf hebt sich die Grenze im Blomberg—Zwieselgebiet und am Rechelberg bei Tölz heraus. Bänke von feinen Kalkbreccien und grobklastischen Lagen sind zwar auch hier vertreten, im übrigen aber zeigen sich umfangreiche Wechsellagerungen von Gesteinen der Kieselkalkgruppe mit typischen glimmerreichen Sandsteinen der Sandsteingruppe, wodurch die Kartierung besonders beim Fehlen von fortlaufenden Aufschlüssen sehr erschwert wird. Vereinigt man jedoch die Kieselkalkgesteine, in denen Glimmersandsteinlagen auftreten, mit der Sandsteingruppe, so läßt sich auch hier die Kartierung des Flysches in die zwei Gruppen durchführen. Der Falten-

bau tritt dann ebenso in die Erscheinung wie am Tegern-See und am Schlier-See.

Ursprünglich war Fink zu dem Resultat gelangt, die Kieselkalkgruppe als die ältere Flyscheinheit anzusehen und diesem Ergebnis waren auch Dacqué und Höfer gefolgt, während Hahn umgekehrt die Sandsteingruppe als die ältere bezeichnete, die von seiner Zementmergel-(Kieselkalk-)Gruppe überlagert wird. Nach der Fink'schen Ansicht bilden die Sandsteine Einmuldungen im Kieselkalk, während nach Hahn die Sandsteine unter dem Kieselkalk sattelförmig emporgewölbt wurden. Die von Hahn für seine Anschauung niedergelegten Beweise entsprechen indessen nicht überall den Tatsachen, wie später noch gezeigt werden soll. Außerdem fanden sich in der Sandsteingruppe mehrfach Einschlüsse, die Gesteinen der Kieselkalkgruppe und auch rotem Flyschletten völlig gleichen und die beweisen, daß aufbereitetes Material aus diesen Schichten in die Sandsteine gelangt sein muß. Insbesondere zeigt aber die Detailkartierung, daß die Hahn'sche Annahme vom höheren Alter der Sandsteine zu tektonischen Unmöglichkeiten führen würde.

Die bisher im oberbayerischen Flysch gefundenen Fossilien bestehen aus etlichen mehr oder minder gut erhaltenen Inoceramen und obercretacischen Ammoniten, die sämtlich Gesteinen der Kieselkalkgruppe angehören. Außerdem gelang es, im Schlierseegebiet in brecciösen im Grenzbereich von Kieselkalk- und Sandsteinflysch auftretenden Ablagerungen zahlreiche Nummuliten zu entdecken. Dieser Fund wurde ergänzt durch ein Vorkommen von Nummuliten in konglomeratischen Flyschsedimenten bei Unter-Nogg an der Halbammer, so daß der Flysch in Oberbayern als eine obercretacisch-alttertiäre Bildung anzusehen ist. — — —

Die Gliederung des Flysches ermöglicht einesteils den Eigenbau der Flyschzone genauer zu erforschen und andererseits den wichtigeren und schwierigeren Fragen näherzutreten nach den Beziehungen des Flysches zu den Gebirgsgliedern, mit denen derselbe in Berührung tritt.

Die Karte des Tegernseer Flysches von W. Fink zeigte bereits, daß sich die Flyschzone in mehrere mehr oder minder breite Sandstein- und Kieselkalkstreifen zerlegt. Die Sandsteine bilden die Mulden und die Kieselkalke die Sättel. Schon hierdurch wurde der einfache Faltenbau des Flysches klar ersichtlich. Die Aufnahmen von Hahn haben dieses bestätigt und auch die weiter fortschreitende Kartierung hat nichts an dieser Tatsache geändert. Überall reihen sich die Falten gleichförmig aneinander und lassen sich über weite Gebiete in ihrem Fortstreichen verfolgen. Die Einfallsrichtung und auch die Größe der Fallwinkel wechseln im Streichen der Schichten oft schnell und dementsprechend ändert sich auch die Form der Falten in ihrem streichenden Verlauf schon auf kurze Strecken recht wesentlich. Schmale steil gestellte oder

nach Norden überkippte Falten gehen in breit gespannte oder auch pilzförmig gebogene über.

Während die Kieselkalkgruppe mit ihrem unaufhörlichen und schnellen Wechsel von harten und weichen Gesteinslagen eine leicht faltbare sehr mobile Schichtserie darstellt, bilden die massigen oder dickbankigen Sandsteine einen sehr stabilen, wenig zur Faltung geneigten Gesteinskomplex. Hierdurch erklärt sich auch, daß die häufige und oft sehr intensive Kleinfaltung lediglich die Kieselkalkgruppe betroffen hat und den Sandsteinen völlig fehlt. Auch sind Kieselkalke und Sandsteine niemals eng miteinander tektonisch verknetet. Diese Kleinfaltung, die sich unter starker Überlastung durch die Sandsteingruppe bildete und zumeist in Form von spitzen, engen, stehenden, selten nach Norden überkippten Sätteln und Mulden in die Erscheinung tritt, hat zuweilen die Kieselkalkzüge fast in ihrer ganzen Breite ergriffen, oft tritt dieselbe jedoch auch nur streifenweise auf, oder dieselbe fehlt ganz. Im Tegernseer Gebiet findet sie sich zu beiden Seiten am Kontakt mit einer tiefen Sandsteinmulde.

Die Kleinfaltung der Kieselkalkgruppe stört jedoch den breiten einförmigen Faltenbau der Flyschzone in keiner Weise und die Flyschtektonik ist als eine einfache zu bezeichnen, die in starkem Gegensatz steht zu den verwickelten tektonischen Verhältnissen in der südlich angrenzenden kalkalpinen Vorzone. Insbesondere fehlen die intensiven Längsstörungen des Kalkalpengebietes, während die großen Querstörungen der Kalkalpen auch die Flyschzone durchpflügen und erst an der südlichen Molassegrenze endigen. — — —

Die in ihrer Breite starken Schwankungen unterworfene Flyschzone stößt im Süden überall an die Kalkalpen. Im Norden berührt dieselbe teils direkt die Molasse, teils schalten sich zwischen Molasse und Flysch schmale Streifen von helvetischer Kreide und Eocän ein. Das Liegende vom Flysch bilden, wo wir dasselbe überhaupt antreffen, stets die Schichten des Helveticums.

Die am nördlichen Rand des Flysches auftretende Kreide besteht lediglich aus Senon, das zumeist mit Eocän verknüpft ist. Außerdem finden sich Kreidevorkommen innerhalb des Flyschbereiches, denen Eocän fehlt und die aus obercretacischen Seewenschichten bestehen, in Verbindung mit Gault und Aptien. Diese Kreidegesteine finden sich zwischen dem Tegernsee und dem Leitzachtal als schmale Aufbruchszonen im Flysch oder als isolierte, rings vom Flysch umschlossene, vorwiegend reihenweis angeordnete Vorkommen.

Nach einer früheren Ansicht wurde der Flysch gleichförmig über dem Helveticum abgelagert und dieses später durch den Flysch tektonisch hindurchgepreßt. Dieser Anschauung stellen sich zunächst stratigraphische Schwierigkeiten in den Weg. Da der Flysch der obersten Kreide und dem Alttertiär entspricht, also das gleiche

Alter besitzt wie Teile des Helveticums, können diese nicht normal vom Flysch überlagert werden, sondern beide Einheiten müssen in getrennten Ablagerungsräumen nebeneinander teilweise gleichzeitig sedimentiert sein und erst durch Überschiebung gelangte der Flysch in das Hangende der Kreide. Die letztere bildet lediglich den tektonischen Untergrund des Flysches.

Hierzu gesellen sich noch stark hervortretende Unterschiede in bezug auf die Tektonik zwischen beiden Einheiten, da die Kreide überall in enge Falten zusammengepreßt, heftig gestört und durcheinandergefaltet ist, im schroffen Gegensatz zu den einförmigen, weit gespannten Falten des Flysches. Die stratigraphischen Beziehungen und die tektonischen Kontraste vereinigen sich zum Beweise einer deckenförmigen Überlagerung der Kreide durch den Flysch. Es ist das Verdienst von Hahn, auf diese Verhältnisse zuerst hingewiesen zu haben.

Hahn nahm nun zwar eine tektonische Diskordanz zwischen Flysch und Helveticum an, glaubte jedoch eine Parallelfaltung zwischen beiden Einheiten zu sehen. Und zwar sollte eine axiale Kreideaufwölbung an eine axiale Sandsteinzone gebunden sein, so daß die innerhalb vom Flyschbereich gelegenen Kreidevorkommen überall unter dieser Sandsteinzone hervortauchen. Ebenso sollten auch die peripheren Kreide-Eocänaustritte an eine äußere Sandsteinzone stoßen. Die Annahme dieses immer wiederkehrenden Kontaktes vom Sandsteinflysch mit dem Helveticum veranlaßte Hahn wohl hauptsächlich in der Sandsteingruppe die ältere Flyscheinheit zu sehen. Indessen haben nun Detailkartierungen in einzelnen Gebieten davon stark abweichende Resultate ergeben.

Die schmale Kreideaufwölbung bei Schliersee bildet einen gegen Süden gekrümmten flachen Bogen, während die Flyschfalten derselben nicht folgen, sondern mehrfach abgeschnitten werden. Es liegt daher keine Parallelfaltung vor, sondern die Flyschfalten und die stark zusammengepreßte und gestörte Kreideaufwölbung durchkreuzen einander. Auch das am Außensaum auftretende Helveticum ist ebensooft an Kieselkalk wie an Sandstein geknüpft. Dadurch tritt die tektonische Unabhängigkeit der beiden Einheiten und ihre deckenförmige Überlagerung noch deutlicher in die Erscheinung und außerdem wird man zu der Schlußfolgerung geführt, daß Flysch und helvetische Kreide in bereits gefaltetem Zustande übereinandergelegt wurden, worauf auch die stark voneinander abweichende Faltungsintensität der beiden Einheiten hinweist.

Ein weiterer wichtiger Beweis für einen weitausholenden Deckenschub ist durch das Auftreten von Schubsplittern und Schubspänen erbracht, die teils anstehend, teils als lose Gesteinsblöcke und Klippen am Kontakt von Helveticum und Flysch

sowie von Flysch und Molasse in weiter Verbreitung angetroffen werden. Aus der Zusammensetzung dieser aufgeschürften und an der Basis vom Flysch mitgeschleiften Gesteine ergeben sich gewisse Anhaltspunkte über die Beschaffenheit des ursprünglichen Flyschuntergrundes.

Teils bestehen die aufgefundenen Blöcke aus brecciösen vom Wasser zusammengeschwemmten Anhäufungen, die sich aus kalkalpinen Gesteinen aufbauen, besonders solchen, die oberjurassischen Bildungen gleichen und aus altkristallinen Komponenten, vornehmlich weichen schwarzen Phylliten, aber auch Graniten und Quarziten. Teils finden sich isolierte Schollen und Fetzen von roten Kalken und Kalkhornsteinen, die ebenfalls mit oberjurassischen Gesteinen identifiziert werden können.

Die Vergesellschaftung von alpinen und altkristallinen Gesteinen, die keinerlei Abrollung und keinerlei Auslese zeigen, deren Ursprung also in nächster Nähe lag, lassen darauf schließen, daß der kristalline Untergrund nicht sehr entfernt war und nur von einer dünnen kalkalpinen Decke überlagert wurde. Die Gesteine weisen also auf ein allmähliches Auskeilen von alpinem Mesozoicum auf vindelizischem Sockel im ursprünglichen Flyschuntergrunde hin. Diese Tatsache steht im Einklang mit der Ausbildung der Gesteine am Nordrand der Tegernseer und Schlierseer Kalkalpen, die insbesondere durch die stark klastische Beschaffenheit der Jura-Neocomsedimente und durch die Ausdünnung der Trias-Dolomite und Kalke die Nähe des Nordrandes vom ostalpinen Geosynklinalbecken andeuten. Die Breccien zeigen ferner, daß vor dem Eindringen des Flyschmeeres in dessen späteren Ablagerungsbereich vielleicht zur unter- oder mittelcretacischen Zeit Erosionswirkungen stattfanden, welche die Breccien aufhäuften und durch die Teile der kalkalpinen Decke isoliert wurden, so daß sich Aufragungen über dem kristallinen Sockel bildeten, die dem vorbrandenden Flysch leichte Angriffspunkte boten, als isolierte Scherlinge mitgeschleift wurden und zusammen mit den ebenso verfrachteten Breccien am aberodierten und abgewitterten Nordrande vom Flysch auftreten, sowie dort, wo die Flyschbasis mit ihrem durch die Erosion freigelegten tektonischen Untergrunde sich über das Niveau der Talsohlen heraushebt.

Nirgend ist der eigentliche Flyschuntergrund von der Faltung erfaßt. Nur die in die Flyschsedimente hineinragenden Unebenheiten finden sich als Schubsplitter und Schubspäne an seiner Unterfläche, so daß die Abscherung kaum zweifelhaft erscheint. Der Flysch ist nicht nach Norden überfaltet — dagegen spricht auch der tektonische Bau, insbesondere die hohen und steilen pilzförmigen Falten —, sondern derselbe stellt eine typische, wellig gebogene Abscherungsdecke dar, die allmählich gegen Süden mehr und mehr absteigt und an ihrem Nord-

rande bereits sehr seicht wird, wie vornehmlich einzelne kleine noch innerhalb des Flysches bei Schliersee nahe der Molasse auftauchende Kreidevorkommen zeigen.

Die Falten sind auf eine obere Gesteinshaut beschränkt und setzen in keine großen Tiefen, sondern entstanden unabhängig vom Untergrund. Die Nähe des kristallinen Sockels, der bei dem Zusammenschub hemmend einwirkte, erklärt auch die wenig intensive Pressung. Die Gebirgsbildung war im Flyschgebiet von dem starren Rahmen bereits stark beeinflußt, dessen Nähe im Verein mit der Beschaffenheit der Sedimente die Eigenart der tektonischen Formen des Flysches bedingt.

Als sehr wesentliche und zugleich höchst eigenartige Bestandteile der Schubfetzen finden sich ferner aus Diabasen hervorgegangene Grünsteine, die sowohl allein, als Komponenten der Breccien, und auch in enger Verbindung und Untermischung mit den alpinen Sedimenten auftreten und sich während der Sedimentation der letzteren am Meeresboden mit dem Schlamm vermengten. Die Grünsteine sind also als junge Eruptivgebilde anzusehen, deren Aufdringen im jüngeren Mesozoicum (vermutlich im oberen Jura) erfolgte.

Da diese submarin geförderten vulkanischen Produkte zwischen Isar und Leitzach überall nachgewiesen wurden und auch im Jenbachtale Breccienblöcke mit Grünsteinfetzen vorkommen, müssen im späteren Ablagerungsbereich des Flysches, insbesondere in den nördlichen Randgebieten, ganz erhebliche Austritte basischer Magmen angenommen werden. Diese Ophiolite z. T. in Verknüpfung mit den Kalken und die schwarzen Phyllite setzen vorwiegend die Schubfetzen zusammen und bilden als sehr weiches Gesteinsmaterial die Gleitbahn für den Vorstoß des Flysches, wobei unter der starken Überlastung ein völlig zerriebenes und zerquetschtes Gemenge aus den aufgeschürften Trümmern entstand, auf der die breiten von ihrer Unterlage abgescherten Flyschfalten als geschlossene Masse hinwegglitten, ohne dabei wesentlichere tektonische Veränderungen zu erleiden. — — —

Für die Beurteilung der südlichen Flyschgrenze ist zunächst von Wichtigkeit, daß die fremdartigen Schubspäne und Schubsplitter, deren Vorhandensein an Störungslinien stets auf ein ganz erhebliches Bewegungsausmaß hindeutet, in den untersuchten Gebieten lediglich an den Kontaktstellen vom Flysch mit dem Helveticum und mit der Molasse auftreten und nicht am Kontakt der Kalkalpen mit dem Flysch, denn bisher hat man gerade diese Grenze als eine besonders wichtige tektonische Linie angesehen. Nach der Annahme vieler Forscher soll doch der Flysch weithin von den Kalkalpen tektonisch überlagert werden.

Die wenigen guten Aufschlüsse zeigen oft eine deutliche steilstehende Störung, an anderen Stellen ist diese weniger gut aus-

geprägt. Zuweilen sind Teile der Kalkalpen eine kurze Strecke weit über den Flysch geschoben. Auch verquetschte Schollen kommen an der Flyschgrenze vor, jedoch stets nur kalkalpine Gesteine, zumeist Raibler Rauhwacken. Um ein klares Bild über das Verhältnis zwischen Flysch und Kalkalpen zu erhalten, reichen derartige lokale Beobachtungen nicht aus, sondern die genaue Kartierung der beiden aneinandergrenzenden Gebirgsteile wird zu diesem Zweck notwendig und derartige Kartierungen waren bisher auf den kalkalpinen Teil beschränkt.

Die im wesentlichen durchgeführte Flyschkartierung und Untersuchung erstreckt sich nunmehr vom Leitzachtal bis zum Murnauer Moos und auf dieses Gebiet beziehen sich die Schlußfolgerungen.

Wenn man von der Annahme einer deckenförmigen Überlagerung des Flysches durch die Kalkalpen ausgeht, so sollte man ähnliche Lagerungsverhältnisse erwarten wie zwischen Helveticum und Flysch. Ein gegenseitiges Absetzen und Abschneiden oder auch ein Überkreuzen der Falten, sowie ein Emportauchen der überwältigten Schichten. Von derartigen, auf einen weiten Vorschub der Kalkalpen hindeutenden tektonischen Beziehungen finden sich jedoch nirgend Anzeichen, vielmehr begleitet die Kalkalpen ein breiter Kieselkalkzug, der keinerlei besondere tektonische Beeinflussung aufweist und an diesen schließt sich im Norden eine tiefe Sandsteinmulde, die durch die Schlierseer, Tegernseer und Lenggrieser Berge bis zur Isar und über diese hinaus im Norden der Benediktenwand entlang bis in die Kocheler Berge verfolgt werden konnte. Ein ganz gleichförmiger Faltenbau des Flysches legt sich an den Kalkalpenrand. Nichts deutet auf ein weites Übergreifen der Kalkalpen über den Flysch hin. Nirgend kommt die Sandsteingruppe mit den Kalkalpen in Berührung. — Dieselben Verhältnisse finden sich auch in den Ammergauer Bergen. Die von Hahn am Südrand des Flysches bei Oberammergau eingezeichnete schmale Sandsteinzone besteht aus Gesteinen der Kieselkalkgruppe. Auch hier säumt überall die ältere Flyscheinheit die Kalkalpen ein.

Alle Biegungen und Krümmungen der kalkalpinen Vorzone werden von dem südlichsten Kieselkalkzug mit ausgeführt, ohne daß derselbe seine Breite dabei wesentlich ändert. Bedeutende Querstörungen der Kalkalpen zerstückeln auch den südlichen Flyschrand und zerschneiden die Sandsteinmulden des Flysches. Dieses zeigt sich nicht nur an zwei großen Querstörungen im Gebiet zwischen Schliersee und Tegernsee sowie an verschiedenen kleineren Störungen im westlichen Tegernseegebiet, sondern ebensowohl im Benediktbeurer Flysch. An den beiden großen Diagonalstörungen des Kesselberges setzt auch die südliche Flyschgrenze in weiten Sprüngen ab und die Sandsteinmulden werden ebenfalls beträchtlich verschoben. Vielleicht ist es kein Zufall, daß die Störungen,

besonders die westliche, gerade auf die Jod- und Schwefelquellen am Ostabhang des Blomberges hinzielen. Die Quellaustritte stehen offenbar mit dieser Störung in Zusammenhang.

Die kalkalpinen Störungen finden also nicht etwa an der südlichen Flyschgrenze ihr Ende, wie die Querstörungen des Flysches an der Molassegrenze oder z. T. an der Grenze gegen die helvetische Kreide, sondern die kalkalpine Tektonik dringt gleichförmig in die Flyschmasse ein. —

Außer diesen tektonischen Verhältnissen spricht gegen die weitausholende deckenförmige Überlagerung des Flysches durch die Kalkalpen noch ein weiterer gewichtiger Grund, der durch den Umstand gegeben ist, daß die Kieselkalkgruppe an ihrem südlichen Saum vielfach eine grobklastische Fazies besitzt, die sich kontinuierlich aus dem Schliersee-Tegernsee-Gebiet in die Lenggrieser Berge verfolgen ließ und auch im Norden des Brauneck noch auftritt. Im Benediktbeurer, Kocheler und Ammergauer Flysch fanden sich bisher keine derartigen Bildungen und ebensowenig östlich vom Leitzachtal. Diese grobklastische Randfazies entstand dadurch, daß dem Flyschmeer von Süden her grobes und feines kalkalpines Material in großen Mengen zugeführt wurde, das sich mit den Sedimenten der Kieselkalkgruppe mischte und mit diesen wechsellagert. Die feinen und groben kalkalpinen Komponenten zeigen keinerlei wesentliche Abrollung oder gar eine Auslese des Härteren, sondern eckige und kantige harte Kalke und sehr weiche Mergel liegen wirr durcheinander, so daß ihr Ursprung in nächster Nähe angenommen werden muß. In weichen Mergeln sind zuweilen grobe eckige Blöcke von einem und mehr Meter Durchmesser eingebettet, die sich vom Ufer lösten und in den Schlamm hineinglitten. Auch beobachtet man mergelige Schichten, die aus umgelagerten Liasmergeln entstanden, diesen völlig gleichen und sich lediglich durch die Geröllführung unterscheiden. Die Abnahme der Korngrößen wird mit der Entfernung von den Kalkalpen deutlich bemerkbar. Insbesondere trifft man tief im Flyschgebiet weit ins Flyschmeer hinausgespülten feinen kalkalpinen Detritus an, der in den Kieselkalken eingelagerte kleinkörnige Kalkbreccien bildet. An der Grenze von Kieselkalk gegen Sandstein, wo stellenweise Heraushebungen stattfanden, dringen die Kalkbreccien bis an den Nordrand vom Flysch vor und an der Halbammer findet sich sogar kalkalpines Material als grobe Gerölle. Insbesondere kopfgroße cenomane Hornsteinkalke. (Schluß folgt.)

Über Herm. Schmidts Revision der Goniatitensystematik.

Von **R. Wedekind** in Marburg.

Herr Schmidt hat in dies. Centralbl. 1921 No. 17 meine Systematik der Goniatiten einer Kritik unterzogen. Bevor die ausführliche Arbeit Schmidt's vorliegt, ist es für mich schwer, zu dieser Arbeit Stellung zu nehmen. Ich begnüge mich daher, nur einige wenige Punkte herauszugreifen.

Herr Schmidt gibt am Schlusse seiner wohl vorläufigen Mitteilung eine neue Systematik der Goniatiten. Dabei geht er von der Einteilung Hyatt's aus, dessen Familiennamen er übernimmt. Indem er nun eine Reihe von Gattungen Hyatt's streicht, andere in andere Gruppen „wegversetzt", „herversetzt" und neue Gattungen „hinzukommen" läßt — das wird durch auffallende Signaturen noch besonders hervorgehoben — kommt er zu einer neuen Systematik der Goniatiten, die jedenfalls wesentlich von der Hyatt's abweicht. Er betont freilich, daß sie „mit der ersten von Hyatt 1883 gegebenen" Systematik „ungefähr übereinstimmt".

Dazu muß ich nun aber bemerken, daß die großen, von Schmidt unterschiedenen Gruppen nur noch dem Namen nach, nicht aber mehr dem Inhalte nach — darauf kommt es doch wohl an — mit den Gruppen Hyatt's übereinstimmen, dem Inhalte nach aber stimmen sie mit den von mir unterschiedenen Gruppen wesentlich überein. Hätte Herr Schmidt meine Systematik als Grundlage angenommen, so wären die meisten Signaturen für „gestrichen", „wegversetzt", „herversetzt", „hinzugekommen" fortgefallen. Man vergleiche nur meine Systematik der Goniatiten unter Hinzunahme von Schindewolf's Arbeit [1] über die Prolobitiden der Anordnung der einzelnen Gattungen nach mit Schmidt's systematischer Aufzählung der Goniatiten. So enthält z. B. die IV. „Fam. Prolecanitidae" Herm. Schmidt's (= Prolobitidae Wedekind) von Hyatt's Gattungen nur noch das Genus *Prolecanites*, während die von Hyatt hierhergestellten Genera *Sandbergeroceras*, *Beloceras*, *Pharciceras*, *Schistoceras* und *Triaenoceras* von Schmidt entweder ganz gestrichen oder in andere Gruppen wegversetzt sind. Dafür enthält aber die Familie Prolecanitidae H. Schmidt's fast alle diejenigen Genera, die ich und Herr Dr. Schindewolf zu der gleichen Gruppe vereinigt haben, welche ich freilich als Prolobitidae bezeichnet habe. Herr Schmidt erwähnt es aber nicht, daß andere den systematischen Zusammenhang erkannt haben.

Weiterhin vergleiche man auch die „II. Familie Primordialidae" Herm. Schmidt (= Manticoceratidae Wedekind). Von den

[1] O. H. Schindewolf, Neue Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläontologie des deutschen Oberdevons. Senckenbergiana. II. 1920.

sieben Genera, die Schmidt hier aufzählt, sind nur zwei von Hyatt übernommen. Vier Genera, die Hyatt zu den Prolecanitidae gestellt hat, hat Schmidt hierhergestellt. Hier finden sich aber sämtliche Genera, und zwar fast in genau derselben Reihenfolge, in der ich diese Genera aufgeführt habe. Die Anlehnung an meine Arbeit ist sogar noch auffallender und deshalb auch keine zufällige. Von *Triacnoceras* habe ich bemerkt, daß diese Gattung vermutlich mit *Pharciceras* zu vereinigen ist. Schmidt sagt p. 543 von *Triaenoceras*: „*Pharciceras* H. (hierzu zweckmäßig *Triacnoceras* A. V.)“ [1].

Wenn man die Arbeit Schmidt's liest, muß man nun freilich meinen, daß diese Veränderung der Systematik Hyatt's ein Verdienst von H. Schmidt sei, er sagt ja p. 542 in gesperrtem Druck folgendes:

„In jeder Familie der Goniatiten findet die Vermehrung der Lobenelemente nach einem eigenen Typus statt. Man kann danach sechs Typen unterscheiden und gelangt so zu einer Einteilung der Goniatiten, die mit der ersten von Hyatt 1883 gegebenen ungefähr übereinstimmt.“

Demgegenüber stelle ich fest, daß das nicht das Verdienst des Herrn Schmidt ist, daß die Erkennung des systematischen Zusammenhanges der einzelnen Genera in größere einheitliche Gruppen in langjähriger Arbeit von Frech, mir und Schindewolf erarbeitet ist. Von meiner systematischen Anordnung der Goniatiten weicht Herr Schmidt in wesentlichen Punkten nur insofern ab, als er *Prolobites*, *Dimeroceras* und *Macneeceras* zu anderen Gruppen stellt. Bei *Prolobites* schließt er sich der Auffassung Frech's an, was er auch zu erwähnen vergißt. *Macneeceras* aus dem oberen Mitteldevon läßt er auf *Pseudoclymenia* aus dem mittleren Oberdevon folgen!! Das Genus *Dimeroceras*, das doch auf das innigste mit *Cheiloceras* verknüpft ist, wird zu den Prolecanitidae Schmidt (= Prolobitidae Wedekind) gestellt. Sicher wird man über die Stellung einzelner Gattungen streiten können.

Ich bin erstaunt darüber, daß Herr Schmidt diese Gruppierung der Goniatiten, die so auffallend selbst in Einzelheiten mit meiner durch Herrn Schindewolf ergänzten Systematik übereinstimmt, als das Resultat seiner eigenen Untersuchung hinstellt [2].

[1] Auf die carbonischen Goniatiten werde ich auf Grund neuer Funde in einer besonderen Arbeit zurückkommen.

[2] In gleicher Weise hat Herr Schmidt auch Materialien behandelt, die Herr Paeckelmann seinerzeit aus dem Marburger Institut entliehen hat. Ohne sich mit mir in Verbindung zu setzen, hat Herr Paeckelmann das Material an Herrn Schmidt weitergegeben. Dieser hat nun unsere richtigen Bestimmungen ignoriert — z. T. fehlten unsere Etiketten nach der Rücksendung ganz — und zu alten Etiketten neue Etiketten hinzugelegt mit der gleichen Bestimmung, aber „det. H. Schmidt“ hinzugefügt, als ob er die richtige Bestimmung erst durchgeführt habe.

Eine Begründung dieser Gruppierung der Goniatiten fehlt in Schmidt's Arbeit. Er lehnt die Grundlagen meiner Systematik ab — sein gutes Recht —, zeigt aber gleichzeitig, daß er sie nicht verstanden hat. Er sagt z. B. p. 538, daß ich die Goniatiten auf Grund der Anwachsstreifen in drei Unterordnungen eingeteilt habe. Darin liegt eine volle Verkennung meiner Arbeiten und meiner Arbeitsweise. Er behauptet weiter, daß ich die Clymenien nicht zu den Ammonoidea stelle. Dasselbe hat auch seinerzeit Diener behauptet, wogegen ich mich bereits damals gewehrt habe.

Ich habe es selbstverständlich nicht unterlassen, auch die spezielleren Angaben Schmidt's nachzuprüfen, z. B. die Lobenentwicklung von *Tornoceras*. Ich habe nach meinen neuen Präparaten nicht die geringste Veranlassung, meinen früheren Standpunkt zu ändern. Auf die vielen Irrtümer, die Schmidt in seiner Arbeit unterlaufen sind, werde ich erst eingehen, wenn seine ausführliche Arbeit erschienen ist. Ich werde mich dann nochmals über die Bedeutung der Anwachsstreifen und Lobenlinie auslassen müssen.

Besprechungen.

Rudolf Ruer: Metallographie in elementarer Darstellung. 2. Aufl. 8°. 397 p. mit 140 Abbild. im Text u. 5 Taf. 1922. Leipzig, Verlag von Leopold Voß. Preis 120 Mk. brosch.

Von dem Ende 1921 in dem gleichen Verlag erschienenen Lehrbuch der Metallographie von Tammann (besprochen in diesem CBl. 1922. p. 62) unterscheidet sich das vorliegende Werk durch mehr elementare Darstellung. So fehlt hierin die Bezugnahme auf die Gitterstruktur der Kristalle, die in dem Lehrbuch von Tammann ausgiebig berücksichtigt wird, dafür werden in einem 40 Seiten umfassenden „Praktischen Teil" Anweisungen über thermische Untersuchungsmethoden und solche über Untersuchung der Struktur gegeben, die in jenem fehlen, so daß das eine nicht eigentlich als die höhere Stufe des andern bezeichnet werden kann, vielmehr beide nebeneinander stehen und sich ergänzen, wenn die Ausführungen in einzelnen Abschnitten auch nahezu parallel laufen und die allgemeine Einteilung die gleiche ist. Auch hier handelt es sich, wie der Titel besagt, um Untersuchungen der Metalle und Legierungen, nicht der Erze, über die wir in kurzem von anderer Stelle ein besonderes Werk zu erwarten haben.

Die Darstellung zeichnet sich durchweg durch große Klarheit aus; zur Einführung dienen die einfachsten Beispiele, wie für die Zweistoffsysteme die Kristallisation wässeriger Kochsalzlösungen

unter Ausschaltung des Natriumchloridhydrates. Das System Eisen—Kohlenstoff wird auch hier am ausführlichsten besprochen. Auf den Tafeln wird die mit dem Mengenverhältnis wechselnde Ausbildungsweise einzelner Legierungen nach Mikrophotographien vorgeführt. **R. Brauns.**

Miscellanea.

Versammlungen und Ferienkurse: Vom 14.—16. September findet in Leipzig die Versammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft statt. Es sind zunächst zusammenfassende Vorträge über physikalische und chemische Konstitution der Mineralien und über Differentiationsvorgänge und magmatische Umbildungen geplant, weiterhin aber Vorträge aus allen Gebieten unserer Wissenschaft. Anmeldungen dazu können schon jetzt an den Vorsitzenden (Brauns-Bonn) oder den Schriftführer (Spangenberg-Jena) gerichtet werden. Im Anschluß an die Sitzungen ist für den 17. September eine Exkursion längs der Randzone des Granulitgebirges vorgesehen. Der endgültige Plan soll im Juli verschickt werden. —

Hundertjahrfeier der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Leipzig vom 18.—24. September 1922.

1. Tag: Relativitätstheorie; Wiederherstellungschirurgie.
2. Tag: Vererbungslehre; Elektrolytwirkungen im Organismus.
3. Tag: Geophysik — Geographie, Erdgeschichte, Deutschlands Klima; Tibet und seine Bewohner (Sven Hedin).

In der naturwissenschaftl. Hauptgruppe ist u. a. ein Vortrag von Prof. Walther (Halle) über Fortschritt und Rückschritt im Laufe der Erdgeschichte angekündigt. — Der Versammlung geht voraus ein Ferienkurs für wissenschaftliche Mikroskopie vom 7.—14. Sept. 16. Sept.: Ausstellung. — Teilnehmerkarte 100 Mk. Geschäftsstelle: Leipzig, Nürnbergerstr. 48[I].

Ferienkurse in Jena, für Damen und Herren, 2.—15. August 1922. Das Programm der diesjährigen Ferienkurse in Jena ist jetzt erschienen. In der naturwissenschaftlichen Abteilung ist aus dem Gebiete der Mineralogie und Geologie angekündigt: Einführung in die allgemeine Geologie (Dr. Heide).

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

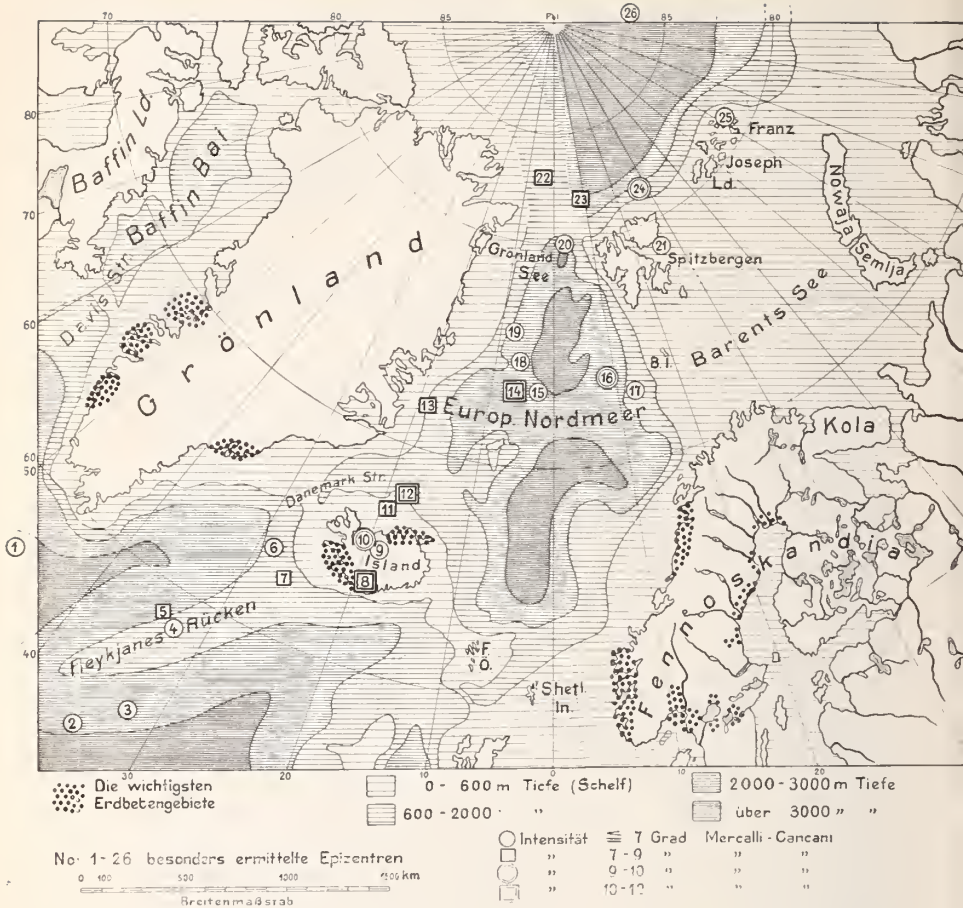
Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres.

Von **E. Tams** in Hamburg.

Mit 1 Karte.

In einer in den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg, Bd. XXXIII p. 37—67, 1921 erschienenen Arbeit „Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres und seiner Umrandung" konnte ich auf Grund einer von mir ausgeführten Verarbeitung des mikroseismischen Materials der Jahre 1904—1915 unter gleichzeitiger Berücksichtigung einiger anderweitig festgestellter Beben darauf hinweisen, daß im Gegensatz zu der bisher meist gehegten Vorstellung von der seismischen Ruhe des Europäischen Nordmeeres (des Skandik von G. DE GEER) und der ihm benachbarten Teile des Nordatlantik und des Arktik die zentrale Zone, welche sich zwischen Irland, Schottland und Skandinavien einerseits sowie Grönland andererseits über Island, Jan Mayen und Spitzbergen bis in den Arktik erstreckt, in weiten Teilen seismisch sehr rege ist und auch eigentliche Großbeben ausstrahlen läßt. Es wurde gleichzeitig ausführlicher dargetan, daß das skandinavische und grönländische Randgebiet hierzu in ausgesprochenem Gegensatz steht, indem ihm eine wesentlich geringere Seismizität eigen ist. Abgesehen von zwei unmittelbar wahrgenommenen Seebeben des Jahres 1885 konnten aus dem genannten 12jährigen Zeitraum 14 bemerkenswertere, z. T. sehr heftige Beben angeführt und lokalisiert werden, welche dieser zentralen Zone angehörten.

Nachdem mir nun inzwischen auch das mikroseismische Material der letzten 6 Jahre von 1916—1921 vollständiger zugänglich geworden ist, habe ich auch diesen Zeitabschnitt nach Beben des in Rede stehenden Gebietes durchgemustert und, zuzüglich eines noch nachträglich aus dem Jahre 1912 verarbeiteten Falles, 10 weitere Epizentren näher festlegen können, so daß, ungeachtet der oft bedeutenden seismischen Ereignisse in den habituellen Stoßgebieten des Südwesten und Nordosten von Island, nunmehr insgesamt 26 Erdbeben der jüngsten Zeit aus dieser zum weitaus größten Teil von Tiefsee bedeckten Region der Lage ihrer pleistoseisten Zone nach mehr oder minder genau bekannt sind.



E. Tams: Die seismischen Verhältnisse des Europ. Nordmeeres und seiner Umrandung.

Um einen Gesamtüberblick über die so hier aufgedeckten seismischen Verhältnisse zu geben, habe ich die in Betracht kommenden 26 Beben kurz tabellarisch zusammengestellt und außerdem wieder eine Karte des Europäischen Nordmeeres und seiner Umrandung beigefügt. Dieselbe stellt im wesentlichen eine auf $\frac{1}{3}$ verkleinerte Wiedergabe der meiner oben angeführten Arbeit beigegebenen farbigen Karte dar. Die wichtigsten Erdbebengebiete Islands sowie der grönländischen und skandinavischen Randzone sind jetzt durch Punktierung angedeutet, und die in erster Linie interessierenden nunmehr 26 besonders ermittelten Epizentren sind in

durchgehender, im Südwesten beginnender Zählung durch besondere, sie auch nach ihrer Intensität unterscheidende Zeichen hervorgehoben. Außerdem sind das hier bis zu etwa 600 m Tiefe reichende Schelfplateau und die dann bis zur 2000 m- bezw. 3000 m-Isobathe und darunter folgenden Tiefen durch stufenweise dichter werdende Schraffur gekennzeichnet.

Die in die Karte eingeschriebenen Nummern entsprechen der in der 1. Kolumne der Tabelle durchgeführten Zählung. Die in der 2. Kolumne unter dem Datum stehende Stoßzeit bedeutet die aus mikroseismischen Daten abgeleitete Eintrittszeit des Bebens im Epizentrum in mittlerer Greenwicher Zeit, gezählt von Mitternacht bis Mitternacht ($0—23^h$), abgerundet auf ganze Minuten. In der 3. Kolumne finden sich nähere Angaben über die ermittelte Lage der Epizentren, die in den meisten Fällen von mir aus den Ankunftszeiten der ersten Vorläufer (P-Zeiten) an geeignet gelegenen Erdbebenstationen, z. T. aber auch, wie in der letzten Kolumne besonders vermerkt, unter gleichzeitiger Anwendung der stereographischen Methode abgeleitet wurde. Soweit Fehlerbeträge angegeben sind, handelt es sich um mittlere Fehler, wie sie sich bei Verwendung von mehr als drei Stationen aus der Rechnung nach der zuerst von Geiger angegebenen P-Zeiten-Methode und dem Ausgleichungsverfahren der kleinsten Fehlerquadrate ergaben. Die hierbei jeweils benutzten Stationen sind in der letzten, 5. Kolumne angeführt[1]. In 5 Fällen (Nr. 1, 4, 8, 20 u. 21) konnte ich mich auf andere, ebenfalls in der 5. Kolumne namhaft gemachte Autoren stützen. In der 4. Kolumne endlich sind Anhaltspunkte zur Beurteilung der Stärke der einzelnen Beben gegeben. In den soeben erwähnten 5 Fällen konnten von den betreffenden Autoren selbst unmittelbare Intensitätsangaben gemacht werden; im übrigen ist zu diesem Zweck jedesmal von einer geeignet erscheinenden Erdbebenstation (De Bilt oder Göttingen, Hamburg, Jena, Potsdam) die instrumentell registrierte Maximalbewegung nach ihrer in die drei Komponenten der Nordsüd-, der Ostwest- und der zenitalen Richtung zerlegten und in Mikron ($1\,\mu = 0{,}001$ mm) von der Ruhelinie aus gemessenen Amplitude M_N, M_E, M_Z sowie nach ihrer Wellenperiode T mitgeteilt. Hierauf wird noch bei Beurteilung der Seismizität näher einzugehen sein.

[1] Für freundliche Mitteilung einiger besonders erbetener seismometrischer Daten bezw. für Überlassung von Originalseismogrammen zu eigener Ausmessung bin ich den Herren Prof. Conrad (Wien), Prof. Lutz (München) und Prof. Zeissig (Darmstadt-Jugenheim) zu großem Dank verpflichtet. Bei der Bearbeitung der Beben waren mir ferner vielfach die vorläufigen Lokalisierungen der Epizentren in den seismischen Berichten von De Bilt (bei Utrecht) und Pulkovo (bei St. Petersburg) wertvolle Anhaltspunkte.

Tabelle der in die Karte gesondert eingetragenen Beben.

1. Lfd. Nr.	2. Datum und Stoßzeit	3. Epizentrum	4. Stärke	5. Namen d. benutzt. Stationen oder sonstige Quelle
1	1885, VIII. 28.	57° N, 46° 20′ W (rd. 300 km südl. der Südspitze Grönlands)	Auf d. dänisch. Brigg „Tjalfe“ als nicht sehr starke Erschütterung wahrgenommen	Seebebenverzeichnis von E. Rudolph
2	1917, III. 3. $10^h\,14^m$	$52{,}7° \text{ N} \pm 1{,}6° (= \pm 180 \text{ km})$ $34{,}4° \text{ W} \pm 0{,}5° (= \pm 30 \text{ km})$ (im Nordatlantik rd. 1000 km südsüdöstl. von der Südspitze Grönlands, nahe dem Südende des Reykjanes-Rücken)	De Bilt: $M_N = 6—19\ \mu$ $M_E = 6—11\ \mu$ (T = 8—34 sec)	Eskdalemuir, de Bilt, Hamburg, Jugenheim, Ottawa, Agram
3	1921, VI. 30. $2^h\,10^m$	$54\frac{1}{2}°$ N, $32\frac{1}{2}°$ W (im Nordatlantik rd. 1000 km südöstl. von der Südspitze Grönlands)	Hamburg: $M_N = 11\ \mu$ $M_E = 6\ \mu$ $M_Z = 5\ \mu$ (T = 13—15 sec)	De Bilt, Hamburg, Nördlingen, Ottawa, Wien (Lage im Mittel nach den P-Zeiten u. d. stereographischen Verfahren bestimmt)
4	1885, IX. 1.	58° 17′ N, 32° 25′ W (reichlich 600 km ostsüdöstl. der Südspitze Grönlands)	Zwei kräftige u. zwei schwächere Stöße, von der dänischen Brigg „Tjalfe“ beobachtet. Der erste Stoß erschütterte das ganze Schiff so stark, daß man glauben mußte, es sei im Begriff zusammenzufallen	Seebebenverzeichnis von E. Rudolph
5	1913, VI. 14. $11^h\,33^m$	$58{,}8° \text{ N} \pm 0.7° (= \pm 80 \text{ km})$ $34{,}1° \text{W} \pm 0{,}6° (= \pm 30 \text{ km})$ (etwa 500 km ostsüdöstl. von der Südspitze Grönlands)	Hamburg: $M_N = 29\ \mu$ $M_E = 20\ \mu$ $M_Z = 19\ \mu$ (T = 14—16 sec)	Parc Saint Maur, de Bilt, Hamburg, Upsala, Straßburg, Ottawa, Pulkovo
6	1914, VI. 19. $0^h\,06^m$	$63{,}5° \text{ N} \pm 0{,}2° (= \pm 20 \text{ km})$ $28{,}4° \text{W} \pm 1{,}6° (= \pm 80 \text{ km})$ (westl. von Island in etwa 300 km Entfernung von der Reykjanes-Halbinsel)	Göttingen: $M_N = 1\ \mu$ $M_E = 2\ \mu$ (T = 12 sec)	Upsala, Aachen, Göttingen, Straßburg, Pulkovo, Graz

1. Lfd. Nr.	2. Datum und Stoßzeit	3. Epizentrum	4. Stärke	5. Namen d. benutzt. Stationen oder sonstige Quelle
7	1917, VII. 9. $0^h\,22^m$	62,7° N, 26,4° W (rd. 200 km südwestl. von Reykjanes auf Island)	De Bilt: $M_N = 12—33\ \mu$ $M_E = 9—28\ \mu$ (T = 14—16 sec)	De Bilt, München, Moncalieri
8	1912, V. 6. $19^h\,00^m$	63° 59′ N, 19° 50′ W (auf Island, rd. 7 km westl. der Hekla)	XII° Mercalli-Cancani Hamburg: $M_N = 550—680\ \mu$ $M_E = 460—620\ \mu$ (T = 11—21 sec)	Makroseismische Bestimmung von E. G. Harboe
9	1913, V. 19. $15^h\,45^m$	65,3° N ± 0,1° (= ± 10 km) 18,8° W ± 0,6° (= ± 30 km) (auf Island, 50 km südwestl. von Akureyri)	Hamburg: $M_N = 16\ \mu$ $M_E = 14\ \mu$ (T = 16—20 sec)	Eskdalemuir, Upsala, Hamburg, Aachen, Parc Saint Maur, Königsberg, Pulkovo, Wien
10	1921, VIII. 23 $20^h\,17^m$	65,7° N ± 0,5° (= ± 60 km) 20,4° W ± 0,4° (= ± 20 km) (im Nordosten von Island, im Huna-Fjord bei Blönduos)	Hamburg: $M_N = 87\ \mu$ $M_E = 91\ \mu$ $M_Z = 66\ \mu$ (T = 11—14 sec)	De Bilt, Hamburg, Jugenheim, München, Wien, San Fernando, Ottawa, Washington
11	1913, VII. 26. $20^h\,51^m$	67,1° N ± 0,3° (= ± 30 km) 19,0° W ± 0,4° (= ± 20 km) (rd. 100 km nördl. von Island)	Hamburg: $M_N = 27—32\ \mu$ $M_E = 27\ \mu$ $M_Z = 24\ \mu$ (T = 12—16 sec)	Hamburg, Aachen, Parc Saint Maur, Pulkovo, Straßburg, Wien, Ottawa
12	1910, I. 22. $8^h\,48^m$	67,9° N ± 0,15° (= ± 20 km) 17,1° W ± 0,45° (= ± 20 km) (rd. 200 km nördl. von Island)	Hamburg: $M_N = 900\ \mu$ $M_E = 1000\ \mu$ (T = 20 sec)	Hamburg, Parc Saint Maur, Pulkovo, Straßburg, Wien, Ottawa (Lage aus den Epizentraldistanzen berechnet)
13	1919, II. 2. $20^h\,02^m$	72° N, $18\frac{1}{2}$° W (rd. 170 km östl. der Ostküste von Grönland, in der Breite von Kap Parry)	Hamburg: $M_N = 33—37\ \mu$ $M_E = 27—42\ \mu$ (T = 11—14 sec)	Eskdalemuir, Hamburg, Jugenheim, München, Zürich, Wien (Lage im Mittel nach den P-Zeiten u. d. stereographischen Verfahren bestimmt)

1. Lfd. Nr.	2. Datum und Stoßzeit	3. Epizentrum	4. Stärke	5. Namen d. benutzt. Stationen oder sonstige Quelle
14	1904, X. 9. $13^h\,52^m$	$73{,}5°\,N \pm 2{,}3°\,(= \pm 260\,km)$ $5{,}6°W \pm 2{,}9°\,(= \pm 90\,km)$ (rd. 300 km nördl. von Jan Mayen)	Potsdam: $M_N = 860\,\mu$ $M_E = 560\,\mu$ (T = 11—14 sec)	Upsala, Potsdam, Leipzig, Straßburg, Tiflis
15	1914, XI. 4. $12^h\,54^m$	$73\frac{1}{2}°$ N, 3° W (etwa 80 km östl. des Bebens Nr. 14)	Hamburg: $M_N = 11\,\mu$ $M_E = 9\,\mu$ $M_Z = 14\,\mu$ (T = 17—25 sec)	Hamburg, de Bilt, Wien (Lage im Mittel nach den P-Zeiten u. d. stereographischen Verfahren bestimmt)
16	1906, III. 19. $7^h\,57^m$	$73{,}8°\,N \pm 0{,}3°\,(= \pm 30\,km)$ $9{,}1°\,E \pm 2{,}0°\,(= \pm 60\,km)$ (rd. 400 km südsüdw. von Spitzbergen, rd. 450 km östl. von dem Beben Nr. 14)	Jena: $M_N = 136\,\mu$ $M_E = 64\,\mu$ (T = 18—22 sec)	Hamburg, Uccle, Jena, Tiflis, Sitka
17	1918, I. 27. $2^h\,51^m$	73.2° N, 12,2° E (rd. 400 km südl. der Südspitze von Spitzbergen)	De Bilt: $M_N = 9—11\,\mu$ $M_E = 6\,\mu$ (T = 15—30 sec)	Hamburg, de Bilt, Agram
18	1917, V. 14. $6^h\,57^m$	74,8° N, 6.7° W (rd. 400 km nördl. von Jan Mayen)	De Bilt: $M_N = 1—3\,\mu$ $M_E = 1—2\,\mu$ (T = 11—23 sec)	Hamburg, de Bilt, Parc Saint Maur
19	1917, VIII. 21. $10^h\,43^m$	$76{,}1°\,N \pm 0{,}8°\,(= \pm 90\,km)$ $7{,}8°\,W \pm 1{,}3°\,(= \pm 30\,km)$ (rd. 550 km nördl von Jan Mayen)	De Bilt: $M_N = 8—16\,\mu$ $M_E = 6—11\,\mu$ (T = 11—21 sec)	Eskdalemuir, de Bilt, Hamburg, Parc Saint Maur, München, Wien, Agram
20	1912, I. 25. $1^h\,37^m$	79,9° N, 2.6° E (rd. 150 km westl. der Nordwestspitze von Spitzbergen)	V° Mercalli-Cancani Hamburg: $M_N = 3\,\mu$ $M_E = 3\,\mu$ (T = 15—20 sec)	Adventbay, Pulkovo, (C. Mainka)

1. Lfd. Nr.	2. Datum und Stoßzeit	3. Epizentrum	4. Stärke	5. Namen d. benutzt. Stationen oder sonstige Quelle
21	1911, XII. 4. $14^h\,39^m$	79° N, 26,2° E (an der Ostseite von Spitzbergen, vor der Hinlopenstraße)	VI—VII° Mercalli-Cancani) Hamburg: $M_N = 14\ \mu$ $M_E = 22\ \mu$ (T = 15—16 sec)	Adventbay, Potsdam, Göttingen, Graz (C. Mainka)
22	1908, VII. 8. $12^h\,50^m$	82,9° N ± 0,9° (= ± 100 km) 5,4° W ± 6,7° (= ± 90 km) (im Arktik, in rd. 150 km Abstand von der grönländischen Küste)	Hamburg: $M_N = 44\ \mu$ $M_E = 44\ \mu$ (T = 18 sec)	Upsala, Hamburg, Jena, Uccle, Wien, Ottawa, Tiflis
23	1915, VI. 1. $14^h\,43^m$	82° N, 8° E (im Arktik, rd. 250 km nördl. von Spitzbergen)	De Bilt: $M_N = 14—50\ \mu$ $M_E = 14—35\ \mu$ (T = 11—16 sec)	Upsala, Hamburg, de Bilt, Wien, Straßburg, Graz (Lage im Mittel nach den P-Zeiten u. dem stereographischen Verfahren bestimmt)
24	1908, X. 14. $14^h\,56^m$	81,5° N ± 1,1° (= ± 120 km) 28,7° E ± 6,3° (= ± 100 km) (im Arktik, rd. 150 km nordnordöstl. von Spitzbergen)	Hamburg: $M_N = 130—150\ \mu$ $M_E = 90—140\ \mu$ (T = 8—22 sec)	Upsala, Potsdam, Aachen, Wien, Tiflis, Osaka
25	1916, XII. 6. $22^h\,17^m$	81,0° N ± 0,3° (= ± 30 km) 61,4° E ± 1,0° (= ± 20 km) (im Franz-Joseph-Archipel bei Wilczek-Land u. Graham-Bell-Land)	De Bilt: $M_N = 4—6\ \mu$ $M_E = 4—5\ \mu$ (T = 11—30 sec)	Hamburg, de Bilt, Jugenheim, München
26	1912, IV. 13. $2^h\,40^m$	86,4° N ± 0,9° (= ± 100 km) 94,6° E ± 7,2° (= ± 50 km) (im Arktik, rd. 1000 km nördl. vom Kap Tscheljuskin)	Hamburg: $M_N = 2\frac{1}{2}\ \mu$ $M_E = 2\frac{1}{2}\ \mu$ (T = 12 sec)	Pulkovo, Eskdalemuir, Hamburg, Breslau, Makeevka, Wien

Ohne nun wieder im einzelnen auf die bereits in der zitierten Arbeit berücksichtigten Beben einzugehen und die dort angestellten genetischen Betrachtungen zu wiederholen, sei indessen zunächst in Bestätigung dort gemachter Feststellungen darauf hingewiesen, daß auch in den letzten 6 Jahren sich kein Beben auf Grönland oder in Fennoskandia ereignet hat, das bedeutend genug gewesen wäre, um auffälligere Registrierungen in Mitteleuropa zu veranlassen und daß auch jetzt wieder das südliche, zwischen Jan Mayen und Norwegen gelegene Becken des Europäischen Nordmeeres von solchen Beben freigeblieben ist. Man wird in dieser Beziehung an analoge Gegensätze erinnert, welche auch zwischen den einzelnen Becken des Europäischen Mittelmeeres schon auf der Rudolph'schen Karte der submarinen Erdbeben und Eruptionen aus dem Jahre 1887 hervortreten[1] und auf Grund jüngeren Materials vor kurzem durch E. Pautsch[2] eine erneute Darstellung gefunden haben.

Beben Nr. 1 ist nach seiner Lage auch jetzt noch vereinzelt, während die seismische Regsamkeit der wesentlich noch auf den Südwesten von Island übergreifenden Region des Reykjanes-Rücken (Beben Nr. 2—8) nun noch deutlicher hervortritt, indem hier die Beben Nr. 2, 3 u. 7 hinzugekommen sind; die Lage des Epizentrums Nr. 7 muß freilich etwas zweifelhaft bleiben, denn obwohl es sich um ein stärkeres Beben handelt, stimmen doch nur die Daten der benutzten drei Stationen gut überein, um darauf eine Berechnung zu begründen. Für das nordisländische, sich mindestens noch 200 km nordwärts ins Meer erstreckende Stoßgebiet (Beben Nr. 9—12) ist das Beben Nr. 10 hinzugetreten, dessen Epizentrum sich rechnerisch mit nur kleinen mittleren Fehlern (in der Breite $\pm$ 60 km, in der Länge $\pm$ 20 km) als im Huna-Fjord bei Blönduos gelegen ergab. Es dürfte daher wie Beben Nr. 9 wohl ziemlich sicher dem genannten habituellen Schüttergebiet angehören, wenn auch in beiden Fällen die errechnete Lage keineswegs ganz der wirklichen Lage zu entsprechen braucht.

Auffallend ist die vergleichsweise hohe Bebenfrequenz des nördlichen Teils des Europäischen Nordmeeres (Beben Nr. 13—20). Das Beben Nr. 13, für dessen Epizentralregion nach den P-Zeiten eine Lage noch weiter westlich auf Grönland selbst im Hinterland des Franz-Joseph-Fjord folgt, für welches aber diese Zeiten infolge mikroseismischer Unruhe — es fand im Februar statt — nicht überall hinreichend genau abzulesen gewesen sein dürften und welches daher auch im Mittel nach diesem Verfahren und nach

[1] E. Rudolph, Über submarine Erdbeben und Eruptionen. Gerland's Beiträge zur Geophysik. Bd. I. Stuttgart 1887.

[2] E. Pautsch, Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Mittelmeeres. Dissertation. Hamburg 1922.

der stereographischen, sich lediglich auf die aus den Seismogrammen ableitbaren Epizentraldistanzen stützenden Methode kartographisch festgelegt wurde, liegt vielleicht noch weiter östlich innerhalb der 2000 m-Isobathe, da sich eine solche Lage u. a. besser mit der sich für Hamburg recht sicher ergebenden Entfernung von reichlich 2100 km (2120 km) verträgt. Die Lage der Epizentren Nr. 17 u. 18 kann nur als ungefähr zutreffend betrachtet werden, da die in diesen Fällen vorliegenden wenigen brauchbaren mikroseismischen Daten zu einer ganz zuverlässigen Bestimmung nicht ausreichen. Es handelt sich aber auch nicht um starke Beben. Die namentlich im Randgebiet des nördlichen Beckens des Europäischen Nordmeeres in die Erscheinung tretende Häufung der Epizentren ist indessen geeignet u. a. auch die Lage der Epizentralregionen der Beben Nr. 17 u. 18 als nicht unwahrscheinlich gelten zu lassen, insofern dadurch die Vorstellung einer gerade hier vorhandenen besonders ausgeprägten Schwächezone nahegelegt wird.

Von besonderem Interesse sind dann noch die neu eingetragenen Beben Nr. 25 u. 26. Das erste gehört wie das Beben Nr. 21 vor der Hinlopen-Straße im Spitzbergen-Archipel noch der Kontinentaltafel an, indem sich als Lage seines Epizentrums die Gegend von Wilczek- und Graham-Bell-Land im Franz-Joseph-Archipel ergibt. Es kann zwar, nach den Registrierungen in Mitteleuropa zu urteilen, nicht bedeutend gewesen sein, doch stimmen die Ankunftszeiten der vier bei der Berechnung berücksichtigten Stationen Hamburg, de Bilt, Jugenheim und München in bezug auf diese Lage untereinander sehr gut überein, wie die geringen mittleren Fehler — in der Breite $\pm$ 30 km und in der Länge $\pm$ 20 km — zeigen. Auch Beben Nr. 26 war zwar nicht stark, aber seine polnahe Lage im zentralen Arktik (86—87° N) dürfte angesichts der ebenfalls nicht sehr großen mittleren Fehler von $\pm$ 100 km in der Breite und $\pm$ 50 km in der Länge sicher sein, zumal die Berechnung hier auf die breitere Basis von Eskdalemuir (in Schottland) bis Pulkovo (bei St. Petersburg) und Makeevka (zwischen Charkow und dem Asowschen Meer) gestützt werden konnte, indem aber außer diesen drei Stationen auch noch Hamburg, Breslau und Wien Berücksichtigung fanden. Der von Pulkovo allein nach den dortigen Seismogrammen aus Azimut und Entfernung ermittelten Lage des Epizentrums in 79,5° N, 100° E, d. i. im Arktik nahe beim Kap Tscheljuskin, dürfte bei der Kleinheit der Ausschläge, welche sich hier im Maximum auf nur 1—3 Mikron beliefen, nur der Wert einer ersten Annäherung zukommen.

Es sei nun schließlich noch durch einige besondere Betrachtungen der Grad der Seismizität der Zentralzone beleuchtet. Trotzdem mit Ausnahme der drei Fälle Nr. 1, 4 u. 8 infolge der submarinen oder sonst doch für vollständige makroseismische Beob-

achtungen durchaus ungünstigen Lage der Schüttergebiete direkte Wahrnehmungen über die Bebenstärke fehlen, so können uns doch für die Abschätzung der Intensität in der Epizentralregion die seismometrischen Daten brauchbare Anhaltspunkte liefern, indem wir diese mit den entsprechenden Daten besser beobachteter Landbeben in derselben Entfernung vergleichen. Als absolutes Maß der Intensität kann nämlich die maximale Beschleunigung gelten, welche ein Erdteilchen während einer Bodenschwingung erfährt und die bei Voraussetzung eines periodischen Verlaufs der Bewegung absolut gleich $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 A$ ist, wenn T die Periode, A die Maximalamplitude (von der Ruhelinie aus gemessen) und π die Kreiszahl 3,142 bedeutet[1]. Da nun aber bei annähernd gleich stark aufgezeichneten Beben aus der gleichen Entfernung erfahrungsgemäß auch die Perioden der Erdbebenwellen im wesentlichen die gleichen sind, so ist es nur nötig, in solchen Fällen sein Augenmerk auf die registrierten Maximalamplituden zu richten. Zu einer sinnfälligen Abschätzung der Stärke der nur instrumentell wahrgenommenen Beben gelangen wir dann schließlich, wenn wir für die auf diese Weise zum Vergleich herangezogenen auch makroseismisch beobachteten Beben die Maximalintensität in ihrem pleistoseisten Gebiet etwa nach der 12teiligen empirischen Stärkeskala von Mercalli-Cancani feststellen. Ein solches Verfahren trägt allerdings in Ermangelung einer Kenntnis der jeweiligen Lage des Hypozentrums dem Faktor der Herdtiefe keine Rechnung und kann daher auch aus diesem Grunde nur Näherungswerte liefern.

Überblicken wir von diesem Gesichtspunkt aus die Tabelle, und zwar in erster Linie die 4. Kolumne, so zeigt sich, daß in den 18 Jahren von 1904—1921 hier nicht weniger als 6 bedeutende Erdbeben (Nr. 8, 10, 12, 14, 16 u. 24) stattgefunden haben, von denen sogar Nr. 8 im Gebiet der Hekla auf Island, Nr. 12 rd. 200 km nördlich von Island und Nr. 14 rd. 300 km nördlich von Jan Mayen nach den makroseismisch beobachteten Bebenwirkungen bezw. nach den seismographisch aufgenommenen Bodenbewegungen der Größenordnung nach mit den zerstörend auftretenden kalabrischen Erdbeben der neueren Zeit zu vergleichen sind, insofern bei einer Epizentralentfernung von rd. 2000—2600 km in Hamburg bezw. Potsdam die registrierten Maximalamplituden in den Horizontalkomponenten noch 680—1000 Mikron betrugen und

[1] Dieser Wert ist, wenn T in Sekunden und A in Mikron gemessen wird, nahe genug gleich $\frac{4A}{T^2}$ Milligal, indem 1 Milligal gleich $\frac{1}{1000}$ Gal, d. h. gleich dem 1000. Teil der Zentimeter-Sekunden-Einheit der Beschleunigung oder gleich rund einem Milliontel der Beschleunigung der Schwerkraft ist.

im Falle des Bebens Nr. 8 auf Island auch nach den unmittelbaren Feststellungen im Felde die Intensität in der Epizentralzone den höchsten, nämlich den XII. Grad Mercalli-Cancani erreichte. Und in diese Reihe sind aus den letzten vier Jahrzehnten jedenfalls auch noch die Beben einzuordnen, welche im August und September 1896 im südlichen Tiefland von Island verwüstend auftraten, sowie das Beben vom 25. Januar 1885, das im Nordosten Islands im Gebiet des Axar-Fjord von verheerenden Wirkungen begleitet war. Aber auch bei den Beben Nr. 10 im Nordosten von Island, Nr. 16 rd. 400 km südsüdwestlich von Spitzbergen und Nr. 24 rd. 150 km nordnordöstlich von Spitzbergen hat es sich um bedeutendere seismische Vorgänge gehandelt. Beben Nr. 24 ist bei einer rd. 3200 km betragenden Epizentralentfernung von Hamburg hinsichtlich seiner Registrierung an dieser Station den ostanatolischen und kaukasischen Beben vergleichbar und dürfte hiernach an Intensität mindestens dem kleinasiatischen Beben vom 9. Februar 1909 gleichgekommen sein, das in einer Entfernung von 2600 km von Hamburg hier noch Maximalamplituden von 80—150 Mikron (T = 10—20 sec) aufwies und noch in dem etwa 200 km von dem zwischen Siwas und Karahissar gelegenen Epizentralgebiet entfernten Kharput allgemein gefühlt wurde. Von annähernd der gleichen Stärke dürfte nach den aus der rd. 2500 km entfernten Erdbebenstation in Jena vorliegenden Aufzeichnungen auch das Beben Nr. 16 gewesen sein, und Beben Nr. 10, das sich in rd. 2100 km Entfernung von Hamburg ereignete, kann nicht viel schwächer gewesen sein als das um 2200 km von hier entfernte heftige portugiesische Beben, welches am 23. April 1909 namentlich das Gebiet des unteren Tajo betraf und in seinem Epizentralgebiet nordöstlich von Lissabon eine Intensität von X Grad Mercalli-Cancani erreichte [1]. In Hamburg betrugen in diesem Fall die Maximalamplituden in den Horizontalkomponenten 95—140 Mikron (T = 9—18 sec).

Hinsichtlich ihrer Intensität durchaus beachtenswert sind indessen auch noch die 6 Beben Nr. 5, 7, 11, 13, 22 u. 23, bei denen in Hamburg bezw. de Bilt, d. h. also wieder in rd. 2000 bis reichlich 3000 km Entfernung im Maximum immerhin noch Amplituden von 29—50 Mikron registriert wurden und welche daher in ihrem Epizentralgebiet gewiß den VII.—VIII. Grad, wenn nicht, und zwar in den Fällen Nr. 22 u. 23 auch den VIII.—IX. Grad Mercalli-Cancani erreicht oder etwas überschritten haben dürften. Das lehrt zunächst ein Vergleich mit dem griechischen Erdbeben vom 15. Juli 1909, das bei 1900—2000 km Entfernung von Hamburg hier mit Maximalamplituden von 34—55 Mikron (T = 10—20 sec) aufgezeichnet wurde und welchem nach den aus seinem Epizentral-

[1] P. Choffat et A. Bensaude. Etudes sur le séisme du Ribatejo du 23 avril 1909. Com. d. service géologique du Portugal. Lissabon 1911.

gebiet in Elis (Peloponnes) vorliegenden Beobachtungen die Stärke VIII—IX Grad Mercalli-Cancani zuzuordnen ist[1]; und das kaukasische Beben vom 12. Oktober 1912, welches in 2900 km Entfernung von Hamburg stattfand und hier Seismogramme mit Maximalamplituden von 20—53 Mikron (T = 14—20 sec) lieferte, wies in seiner pleistoseisten Zone bei Alawerdy (70 km südlich von Tiflis) etwa den VIII. Stärkegrad Mercalli-Cancani auf[2]. Diese so vorgenommenen Intensitätsbestimmungen finden übrigens auch eine Stütze in der ganz unabhängig bereits von C. Mainka für die Beben Nr. 20 u. 21 ausgeführten Schätzungen auf V—VI Grad Rossi-Forel, d. i. V Grad Mercalli-Cancani bezw. auf VII—VIII Grad Rossi-Forel, d. i. VI—VII Grad Mercalli-Cancani im Epizentrum, indem dieselben sich nach der in Hamburg registrierten Maximalbewegung sehr gut unseren hier gemachten Abschätzungen anschließen.

Zusammenfassend kann demnach gesagt werden, daß von den 24 nach der Lage ihres Epizentrums besonders untersuchten Erdbeben des 18jährigen Zeitraums von 1904—1921 6 Beben von der Stärke IX—XII und 6 Beben von der Stärke VII—IX gewesen sein dürften, und daß sich insbesondere in den 9 Jahren von 1904—1912 drei Großbeben im engeren Sinne mit einer Intensität X—XII, deren mikroseismische Schütterfläche die ganze Erde umspannte, ereignet haben. Aus dem ganzen auf der Karte dargestellten Gebiet hebt sich hiernach die zentrale Zone des Europäischen Nordmeeres einschließlich des isländischen Bezirks und des angrenzenden Teils des Arktik, ausschließlich aber, wie es wenigstens bis jetzt scheint, des zwischen Jan Mayen und Norwegen gelegenen Beckens, als eine seismisch in hohem Grade tätige Region heraus, in welcher die hier im jüngeren Tertiär eingesetzt habenden endogen-dynamischen (tektonisch-magmatischen) Prozesse noch gegenwärtig lebhaft fortdauern müssen. (Siehe die diesbezüglichen seismogenetischen Betrachtungen in der eingangs zitierten Abhandlung des Verfassers.) Die Meinung von der Erdbebenarmut oder gar Stabilität des Europäischen Nordmeeres muß daher endgültig aufgegeben werden; und damit erscheint auch die beiläufig von A. Wegener im Rahmen seiner gesamten neuartigen Vorstellungen geäußerte Ansicht, daß die vermeintlich geringe Seismizität des atlantischen Tiefseebodens auf der größeren Nachgiebigkeit des hier erst vergleichsweise spät zutage getretenen und daher auch in seinen oberen Schichten noch weniger gefestigten und keine ruckweisen Dislokationen zulassenden Simas beruhe,

[1] Vgl. Monatl. Übersicht der an der K. Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg i. Els. bekannt gewordenen Erdbeben. 1909, Nr. 1.

[2] Mitteil. über Erdbeben im Jahre 1912. Hauptstation f. Erdbebenforschung, früher in Straßburg, zurzeit in Jena.

jedenfalls für diesen ihren erdgeschichtlich jüngsten Anteil hinfällig[1]. Die Untersuchung der Seismizität des offenen Atlantik, in den ja schon die hier mit zur Darstellung gekommene Region des Reykjanes-Rücken hinweist, muß einer besonderen Arbeit vorbehalten bleiben. Nach Vorkommnissen aus der neueren Zeit erleidet das Auftreten von Beben weiter nach Süden zu keine räumliche Unterbrechung.

Nachtrag. Nach Abschluß der vorstehenden Arbeit ereignete sich noch wieder am 8. April 1922 um $20^h 42^m$ m. Gr. Z. ein Beben, das nach der Lage seines Schüttergebietes und nach seiner Stärke im Rahmen des Vorstehenden eine besondere Erwähnung verdient. Eine Berechnung der geographischen Koordinaten seines Epizentrums nach den P-Zeiten in Upsala, Hamburg, Parc Saint Maur, Zürich, Wien, Granada und Ottawa führt nämlich zu den Werten $71{,}0^0$ N $\pm$ $0{,}9^0$ (= $\pm$ 100 km) und $11{,}9^0$ W $\pm$ $1{,}6^0$ (= $\pm$ 60 km), so daß sich danach seine Epizentralregion rd. 100 km westlich von Jan Mayen befunden hat; und die in Hamburg bei einer Epizentraldistanz von 2200 km registrierten Maximalamplituden betragen $M_N = 154\ \mu$, $M_E = 118\ \mu$ und $M_Z = 59\ \mu$ bei einer Wellenperiode T = 12—13 sec. Seine Maximalintensität dürfte daher nach dem oben über das portugiesische Beben vom 23. April 1909 Mitgeteilten etwa der epizentralen Intensität dieses Bebens im Betrage von X Grad Mercalli-Cancani gleichgekommen sein. Mit allem diesem steht nun in gutem Einklang, daß in der Tat zu der fraglichen Zeit nach einer norwegischen Zeitungsmeldung die meteorologische Station auf Jan Mayen „länger als eine Minute heftig erschüttert" wurde. Dieses jüngste Beben ist daher nach seiner Stärke in die Reihe der Beben Nr. 10, 16 u. 24 einzuordnen und nimmt in dieser Hinsicht eine mittlere Stellung zwischen den Beben Nr. 13 u. 14 ein, in deren Nachbarschaft es sich ereignete. Es ist wiederum sehr beachtenswert, daß es nicht der Region des südlichen Tiefseebeckens angehört. —

Im Hinblick auf den nunmehr geführten Nachweis des Vorhandenseins einer noch recht bemerkenswerten Seismizität in den hier behandelten Meeresgebieten erscheint übrigens auch eine Erforschung ihrer Schwerkraftsverhältnisse besonders wichtig und lohnend.

Hamburg, Hauptstation für Erdbebenforschung.

[1] A. Wegener, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 2. Aufl. Braunschweig 1920. p. 51.

Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet.

Von **K. Boden.**

(Schluß.)

Die Verhältnisse deuten darauf hin, daß nicht etwa entfernt gelegene kalkalpine Gebiete aufbereitet wurden, sondern dieselben müssen in allernächster Nähe gelegen haben. Das Flyschmeer hat an einem Kalkalpenrande gebrandet und die Ablagerungen dieser Brandungszone, dieses ursprünglichen Flyschrandes, sind in ziemlich unveränderter Form erhalten geblieben. Zumeist läuft dieser ehemalige Küstensaum vollkommen parallel mit den kalkalpinen Falten.

Untermischt mit dem wirr aufgeschichteten kalkalpinen Detritus am südlichen Flyschrand, in dem alle Gesteinstypen aus den angrenzenden Kalkalpen vertreten sind und in dem grobes und feines, hartes und weiches Material ohne Sonderung in Lagen bunt durcheinanderliegt, sind mehr oder weniger reichlich, aber nie in großen Mengen, nuß- bis kopfgroße exotische Gerölle eingestreut, die im scharfen Kontrast zu dem umschließenden klastischen kalkalpinen Material nur streng ausgelesene vollkommen abgeschliffene Komponenten darstellen. Kristalline Schieferfetzen oder überhaupt weichere exotische Bestandteile fehlen vollständig, lediglich äußerst widerstandsfähige Gesteine, die gegenüber den kalkalpinen auf eine weite Verfrachtung hindeuten, sind erhalten geblieben. Dieser schroffe Gegensatz läßt sich nur dadurch erklären, daß die exotischen Bestandteile bereits im abgeschliffenen Zustande in die Konglomerate gelangten und älteren Schotterablagerungen entstammen. — Da das Auftreten der exotischen Gerölle in dem untersuchten Gebiet auf die grobklastische südliche Randfazies beschränkt ist, den übrigen Teilen derselben dagegen fehlt, können dieselben nur aus dem Süden hergeleitet werden, und zwar aus cretacischen Ablagerungen, welche die Kalkalpen ehemals überdeckten.

Die genauere petrographische Bearbeitung der Gerölle ist noch nicht zum Abschluß gekommen. Auf Grund vorläufiger Dünnschliffuntersuchungen konnte jedoch festgestellt werden, daß neben den am häufigsten vorkommenden Quarzen, Quarziten und Kieselschiefern vorwiegend Fluidalstruktur zeigende Quarzporphyre und Felsitporphyre sowie Felsitfelse vertreten sind. Außerdem finden sich stark zersetzte Diabase, Diabasporphyrite und granitisch-aplitische Ganggesteine. Dieselben exotischen Gerölle — die ebensowohl im Cenoman auftreten — werden auch aus den österreichischen Gosauablagerungen beschrieben und mit Gesteinen der Grauwackenzone identifiziert.

Danach ist auch die Herkunft der genannten exotischen Flysch- und Cenomangerölle der bayerischen Alpen aus der Grauwackenzone nicht zu bezweifeln, und zwar sind entsprechend der großen

Entfernung nur die härtesten Gesteinstypen erhalten geblieben. Vielfach zeigen die exotischen Flyschgerölle starke Verdrückungen und Verquetschungen und lassen auch im Dünnschliff tektonische Einwirkungen erkennen, die den kalkalpinen Bestandteilen fehlen.

Eine etwas andere Beschaffenheit weisen diejenigen Flyschkonglomerate auf, welche Broili vom Nordabhang der Kampenwand beschrieben hat. Auch hier ist kantiges, kalkalpines Material untermischt mit stark abgeschliffenen Quarzporphyren und felsitischen Gesteinen, aber dazu gesellen sich in großer Menge ganz weiche Fetzen von Phylliten, Talkschiefern und Chloritschiefern, diese letzteren müssen aus der Nähe herbeigeführt sein und sind nicht alpinen, sondern vindelizischen Ursprungs. Dasselbe zeigt sich wieder in dem Konglomerat an der Halbammer am Nordrande des Flysches, in diesem liegen ebenfalls kalkalpine Bestandteile, vermengt mit vindelizischen weichen Phylliten und Chloritschiefern, und auch die schwarzen Schieferfetzen in den nummulitenführenden Flyschbreccien bei Schliersee stammen von vindelizischem Gebiet.

Das Auftreten der exotischen Gerölle ist demnach durchaus mit der Tatsache in Einklang zu bringen, daß die grobklastische Randfazies der Kieselkalkgruppe den ursprünglichen südlichen Flyschrand bildet. —

Die tektonischen Verhältnisse lassen also keineswegs den Schluß zu, daß die Kalkalpen den Flysch deckenförmig überlagern und außerdem beweist die Ausbildung des südlichen Flyschrandes, daß derselbe in seiner ursprünglichen Beschaffenheit an die Kalkalpen stößt und nicht tief vergraben unter den Kalkalpen liegt. Auch deuten keine fremdartigen Schubsplitter auf ein größeres Bewegungsausmaß hin. —

Diese Schlußfolgerungen werden durch die Tatsache nicht in Frage gestellt, daß der Kontakt von Kalkalpen und Flysch zumeist als steil gestellte tektonische Linie in die Erscheinung tritt. Die tektonischen Vorgänge waren hier eben nur von untergeordneter Bedeutung. Aneinanderpressungen, Auswalzungen und Verdrückungen, die den Bau der angrenzenden kalkalpinen Vorzone beherrschen, haben vielfach stattgefunden. Das zeigen besonders die zuweilen zwischen Jura und Flysch eingeklemmten Raibler Schollen. Auch die kurzen Überstülpungen der Kalkalpen über den Flysch bei Schliersee und Tegernsee tragen nur lokalen Charakter. Die Natur und das Ausmaß dieser Störungsvorgänge wechseln offenbar auf kurze Strecken bereits und bedingen daher nicht die Annahme einer großen Deckenverfrachtung. In den Lenggrieser Bergen im Tratenbach findet sich sogar ein Aufschluß, der den Kontakt von Lias mit Flyschkonglomeraten erkennen läßt, ohne Anzeichen einer zwischen beiden vorhandenen Störung.

Nicht jede Längsstörung bildet eine Schuppe oder Überschiebung. Gerade die fortwährend auf kurze Strecken wechselnde Intensität

des tektonischen Vorganges, das Aufhören und Wiederansetzen der Störungen, wie es besonders klar die tektonische Linie am Südrand der kalkalpinen Vorzone und auch viele andere Störungslinien innerhalb der kalkalpinen Vorzone zeigen, lassen darauf schließen, daß diese Störungsformen nicht als Abspaltungen und weite Schollenüberschiebungen aufzufassen sind, sondern daß im isoklinal gefalteten Gebirge durch Fortschreiten der Faltung ebensowohl Auswalzungen und Unterdrückungen von Schichtgliedern in weitestem Umfang entstehen können, und diesen kalkalpinen tektonischen Verhältnissen fügen sich auch noch diejenigen an der Flyschgrenze ein.

Die vorliegenden Untersuchungen führen nunmehr zu dem Resultat, daß allerdings große Masseuverfrachtungen, weitausholende Überschiebungen am Nordrande der Alpen stattgefunden haben, die Bewegungsfläche lag jedoch nicht zwischen Kalkalpen und Flysch, sondern zwischen Flysch und Helveticum. Diese beiden Einheiten stehen einander fremd gegenüber und befinden sich in tektonischer Überlagerung. Der Flysch ist dagegen den Kalkalpen anzugliedern, beide sind gemeinsam und miteinander verschweißt nordwärts gewandert.

Da der Südrand der Kreide unter der Schubmasse begraben liegt, wird es uns vorenthalten bleiben, ein genaues Ausmaß der Verfrachtung zu berechnen. Allgemeine Anhaltspunkte hierfür gibt uns nur die Ausbildung der helvetischen Kreidesedimente. Am Außenrande des Flysches finden wir die senonen Sedimente in Verbindung mit dem Eocän bei Marienstein und außerdem im Jenbachtale zumeist als weiche Foraminiferenmergel. Zwischen Tölz und Heilbrunn dagegen vom Eocän überlagerte mergelige und sandigglaukonitische Fazies, welche die Nähe vom Nordrand des Kreidebeckens andeuten. Bei Schliersee setzt sich die obere Kreide vornehmlich aus foraminiferenreichen roten und grauen Kalken zusammen, ähnlich der Scaglia der Südalpen, darunter liegen glaukonitische Gaultsandsteine und den Abschluß nach unten bilden massige, zuweilen oolithische Aptiengesteine, die alle Übergänge zwischen sandigen Kalken und Kalksandsteinen mit schwankendem Glaukonitgehalt zeigen und häufig erfüllt sind von Spongiennadeln, Crinoiden und Seeigelresten. Eingeschaltet in den Kalken finden sich sandigtonige Orbitolinenschiefer. Tiefere Schichtglieder dieser nur etwa 100 m mächtigen Kreideserie treten nirgend zutage aus, jedoch könnte die starke tektonische Zusammenpressung der Kreide gegenüber der einfacheren Flyschtektonik vielleicht auf ein tiefer versenktes Becken hindeuten. Der starre Untergrund lag tiefer und daher erklärt sich die stärkere tektonische Beeinflussung der Kreide, trotzdem dieselbe in ihren unteren Teilen aus massigen und schwer faltbaren Schichten besteht.

Die Ausbildung der Kreidesedimente, insbesondere die detritusfreien inoceramenführenden Foraminiferenkalke der Seewenschichten von Schliersee zeigen, daß die Schichten nicht in einer schmalen Rinne zur Ablagerung kamen, sondern in einem ausgedehnten, abgetrennt nördlich vom Bildungsbereich des Flysches gelegenen Meerestrog und entsprechend der Breite dieses bereits durch die Faltung zusammengeschobenen Sedimentationsraumes muß auch der Flysch nordwärts gewandert sein. Die fast vollkommene tektonische Unterteufung des Flysches durch die Kreide ist im Bohrloch bei Wiessee festgestellt. Indessen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die helvetischen Schichten in immer größere Tiefen niedersinkend sich noch weit unter den Kalkalpen hinziehen. — — —

Es bleibt nunmehr die am wenigsten geklärte Frage zur Erörterung übrig, nach dem Verhältnis vom Flysch zu der vorgelagerten Molasse. Zumeist liegen in der Grenzregion breite Furchen, erfüllt mit jungen Ablagerungen, die den Kontakt verhüllen. Bei Marienstein, zwischen Tölz und Heilbrunn und im Kocheler Gebiet schieben sich außerdem schmale Streifen des Helveticums zwischen Flysch und Molasse ein. Lediglich im Schlierseegebiet stoßen beide Einheiten direkt aneinander. Die Grenze konnte hier auf eine Erstreckung von etwa 10 km in ihrem wesentlichen Verlauf durch die Kartierung festgelegt werden. Dabei zeigte sich, daß ein nördlichster breiter, östlich der Schlierach gelegener Sandsteinzug von der schwach südlich gebeugten Molassegrenze abgeschnitten wird und ebenso auch der westlich der Schlierach sich anschließende Kieselkalkzug. So daß die Molasse abwechselnd mit den beiden Flyschgruppen in Berührung kommt. Dieselben Verhältnisse ergeben sich bei Marienstein und bei Heilbrunn, wenn man die Flyschfalten über die schmalen Streifen des Helveticums bis zur Molasse ergänzt. Auch hier beobachtet man ebenso wie am jetzigen Nordrande des Flysches, der das Helveticum meist überragt, überall ein Auskeilen und Wiederansetzen der Faltenbänder des Flysches. Bald würde die Sandsteingruppe, bald die Kieselkalkgruppe an die Molasse heranreichen.

An diesen höchst unregelmäßig gestalteten Flyschnordrand legt sich — wie Weithofer gezeigt hat — in vollkommenster Gleichförmigkeit der Südrand einer Molassemulde, der stets von den ältesten Molasseschichten der unteren Meeresmolasse gebildet wird, die in normaler Aufeinanderfolge von den jüngeren Bildungen überlagert werden. Weder ein Abschneiden der einzelnen Molassestufen, noch ein Überquellen des Flysches ist zu beobachten. Auch dringen die alpinen Querstörungen nicht in die Molasse ein. Jeder tektonische Zusammenhang fehlt und die Lagerungsverhältnisse sprechen unbedingt gegen eine Überschiebung der Molasse durch den Flysch. Der Flysch bildete eine sich frei bewegende Decke, welche die Molasse nicht überwältigt, streckenweise vielleicht auch nicht erreicht hat.

Die größte Unregelmäßigkeit im Verlaufe des Flyschnordrandes findet sich jedoch am Kochel-See zwischen Schlehdorf und Ohlstadt. Die bei Benediktbeuern und Heilbrunn 6 km breite Flyschzone schrumpft westlich der Loisach auf 2 km zusammen. Die östlichen Flyschfalten sind hier nicht etwa zu einem engen Bündel zusammengepreßt, sondern nur der südlichste Kieselkalkzug und ein Teil der südlichsten Sandsteinmulde konnte durch die Kartierung nachgewiesen werden, die übrigen im Osten vorhandenen Flyschfalten fehlen. Östlich vom Murnauer Moos im Hörnle-Gebiet erreicht das Flyschband wieder dieselbe Ausdehnung wie bei Benediktbeuern, so daß eine tiefe und breite Einbuchtung in der Flyschzone entsteht. Eine ursprüngliche tektonische Überlagerung der Murnauer Molassemulde durch die zu ergänzenden Flyschteile ist nicht anzunehmen, da Erosionsreste erhalten sein müßten und auch hier spricht wieder der äußerst regelmäßige Bau vom Südrand der Molasse gegen eine solche Überschiebung.

Einen wichtigen Schlüssel zur Klärung der Frage nach der merkwürdigen unregelmäßigen Gestaltung des Flyschnordrandes bildet die Geröllführung der Molasseschichten, insbesondere die Zusammensetzung der mächtigen konglomeratischen Ablagerungen, die nahe der nördlichen Grenze der Oligocänmolasse die mittelmiocäne obere Meeresmolasse (stellenweise auch mittelmiocäne Brackwasserschichten) überlagern und die dem bereits ausgesüßten Obermiocän zugewiesen werden. Zugleich erhalten wir hierdurch gewisse Anhaltspunkte über den zeitlichen Verlauf der Krustenbewegungen im Alpengebiet. Die eigenartigen Konglomerate des Obermiocäns wurden auf einer Anzahl Exkursionen zwischen der Loisach und dem Starnberger See bei Beuerberg, ferner beim Fischbartl an der Isar nördlich Tölz und im Gebiete des hohen Peißenberges näher studiert.

Die Konglomerate bilden ein wirres Haufwerk ohne jede Schichtung, in dem alle Korngrößen von Blöcken mit $\frac{1}{2}$ m Durchmesser bis zu feinem Sand und sandigem Ton höchst unregelmäßig durcheinandergemischt liegen. Die Korngrößen wechseln örtlich. Oft finden sich grobe Blockanhäufungen mit wenig feinerem Material, oft werden die groben Komponenten mehr durch kleinkörnige verdrängt, oft waltet mittel- und feinkörniges Gemenge vor oder auch grobe Sande mit nur einzelnen größeren Geröllen. Eine feste Verkittung der klastischen Massen durch ein kalkiges oder kieseliges Zement fehlt, lediglich die Anreicherung von feinsandigem und sandig-tonigem Material um die gröberen Bestandteile bildet ein loses Bindemittel, das eine schwache Verbackung bewirkt und den Ablagerungen eine gewisse Standfestigkeit gibt. Feiner und grober Sand tritt im Konglomerat mehrfach als langgestreckte linsenförmige Einlagerung auf oder ist zu Nestern und Schmitzen in den Geröllmassen konzentriert. Mehrfach beobachtet man auch

auskeilende Lagen von grellroten und graugrünen plastischen Mergeln.

Außerordentlich erschwerend bei der Untersuchung der einzelnen Gerölle ist die starke Verwitterung, welche die meisten derselben erfahren haben. Da besonders dichte Gesteine zuweilen einen frischen Kern erkennen lassen, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dieselben im frischen Zustand transportiert wurden und die Verwitterung erst die Konglomerate ergriff. Hervortretend ist die außerordentliche Gleichartigkeit der Geröllschichten über weite Strecken, sowohl in bezug auf die einzelnen Komponenten als auch in bezug auf das Mischungsverhältnis derselben. Die Erosion muß überall in gleichartig aufgebautem Gebiet und unter gleichen Bedingungen gewirkt haben. Lediglich Gerölle aus dem Anstehenden wurden berücksichtigt, obgleich die zumeist vorhandenen Eindrücke auch bei freiliegenden Stücken ein gutes Unterscheidungsmerkmal zu den diluvialen Geröllen bieten.

Die vorläufigen Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß die Konglomeratmassen zu ihrem weitaus größten Teil aus voralpinen Gesteinen bestehen, unter denen wiederum die Flysch-Kieselkalke vorwalten, neben anderen Flyschgesteinen und Gesteinen des Helveticums. Die grauen verwitterten Flysch-Kieselkalke können leicht verwechselt werden mit verwitterten Lias-Kieselkalken. Indessen zeigten zahlreiche Dünnschliffe aus frischen, bei großen Geröllen erhaltenen Kernen zumeist einen unreinen körnigen Kalk mit wechselndem Gehalt an Quarz und Glaukonitkörnern, außerdem fanden sich Spongiennadeln, die teils vereinzelt auftreten, teils das Gestein vollkommen durchsetzen, und mehr oder minder zahlreiche Foraminiferenschalen. Auch von Spongiennadeln erfüllte Kalkhornsteine des Flysches mit den typischen Verkieselungserscheinungen sind reichlich vorhanden. Unter diesen grau verwitternden, kalkig-kieseligen Gesteinen sind jedoch auch solche vertreten, die der unteren helvetischen Kreide entstammen. Einen genaueren Prozentsatz derselben anzugeben, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, da eine sichere makroskopische Unterscheidung bisher nicht möglich war. Lediglich im Dünnschliff konnten dieselben festgestellt werden.

Die Tabelle (p. 404) gibt eine rohe Übersicht über die Zusammensetzung der Konglomerate. Eingehendere Beschreibungen sollen in einer Spezialarbeit niedergelegt werden.

Die das Konglomerat aufbauenden Komponenten zerfallen in drei Gesteinsgruppen, die sich allerdings in ganz verschiedenem Mengenverhältnis vorfinden. Die wichtigste Gruppe wird, wie schon erwähnt, von voralpinen Gesteinen gebildet, die in allen Korngrößen bis zu $\frac{1}{2}$ m Durchmesser vorhanden sind und etwa 90 % der Gesamtmasse des Konglomerates darstellen. Einer zweiten Gruppe,

Gesteinsgruppe u. ungefährer Prozentsatz d. Beteiligung	Gesteinsart	Menge	Korngröße cm Durchmesser	Grad der Abschleifung
Voralpine Gesteine 90 %	Flysch-Kieselkalk [sandig-glaukonitische Kalke der unt. helvet. Kreide z. T.]	Stark vorherrschend	Alle Korngrößen bis 50 cm	Kantengerundet bis vollkommen
	Flysch-Quarzit und quarzitischer Sandstein	Häufig	Alle Korngrößen bis 10 cm	Vollkommen
	Glaukonitischer Sandstein der helvetischen Kreide	Reichlich	Alle Korngrößen bis 20 cm meist 7—8 cm	Vollkommen, selten nur kantengerundet
	Eocäner Nummulitenkalk und Granitmarmor	Vereinzelt	Bis 15 cm	Vollkommen
Kalkalpine Gesteine 2 %	Dunkle Triaskalke	Vorhanden	Wenige Zentimeter	Äußerst vollkommen
	Helle triassische Riffkalke	Sehr vereinzelt	Wenige Zentimeter, sehr selten bis 10 cm	Äußerst vollkommen
	Juragesteine			
Molasse-Gesteine 8 %	Quarz und Kieselschiefer	Reichlich	Wenige Zentimeter, meist grober u. feiner Sand	Äußerst vollkommen

welche die kleinen, schlecht erkennbaren, kalkalpinen Gerölle umfaßt, kann etwa eine Beteiligung von nur 2 % zugemessen werden, während die dritte aus kieseligem Material bestehende Gruppe etwa 8 % der Zusammensetzung ausmacht.

Die letzte Gruppe ist die am wenigsten charakteristische und auch für unsere Betrachtungen von geringer Bedeutung. Bemerkenswerte kristalline Gesteine fehlen dieser Gruppe vollkommen. Ohne Zweifel bilden die kieseligen Bestandteile vornehmlich aufbereitetes Material aus den älteren Molasseschichten.

Im Vordergrund des Interesses stehen die voralpinen Gesteine, die wiederum gegliedert werden müssen in Flyschgesteine und in

solche, die den Schichten des Helveticums entstammen. Beide Typen lassen sich jedoch nicht immer scharf auseinanderhalten. — Die vorhandenen Gerölle geben uns kein vollständiges Bild von dem Aufbau ihres Ursprungsgebietes, sondern lediglich eine Auslese aller härteren Bestandteile und diese sind zumeist stark abgerollt, so daß ein weiter Transportweg anzunehmen ist. Alle weicheren Schichten aus dem Voralpengebiet — Flyschmergel, Seewenmergel, Seewenkalke — fehlen. Auch die weicheren Kreidesandsteine und vor allem die glimmerreichen Flyschsandsteine der Sandsteingruppe sind nur in ganz vereinzelten Stücken vertreten. Besonders vom Flysch-Sandstein müssen außerordentliche Mengen während der Verfrachtung verloren gegangen sein. Lediglich in dem feinquarzigen Material der obermiocänen Schotter könnten winzige Reste dieser Sandsteinmassen gesucht werden. Besonders bezeichnend ist auch das Fehlen der Flyschmergel, die doch vielfach den wesentlichsten Bestandteil der Kieselkalkgruppe ausmachen. —

Die plötzliche und ausgedehnte Anhäufung von klastischem Material aus den Voralpen steht im außerordentlichen Kontrast zu der Zusammensetzung der Konglomerate der älteren Molasseschichten und liefert uns den Beweis, daß um die Wende vom Mittelmiocän zum Obermiocän ganz ausgedehnte tektonische Bewegungen im Voralpengebiet einsetzten, so daß Flysch und Helveticum im weitgehendsten Maße von der Erosion ergriffen werden konnten. Als Zeugen dieser Erosion finden sich die obermiocänen Konglomerate im Alpenvorlande. —

Im Voralpengebiet lagert jetzt der Flysch als überschobene Decke auf den Schichten des Helveticums, die schmale Streifen am Nordrande bilden, oder innerhalb des Flysches als wenig ausgedehnte, reihenweis angeordnete Emporragungen zutage austreten und echte vom Flysch ummantelte und unter den Flysch eintauchende Fensterklippen darstellen.

Die Untersuchung der obermiocänen Konglomerate hat nun ergeben, daß zwar die Hauptmasse der voralpinen Gesteine dem Flyschgebiet entstammt, daß andererseits jedoch die starke Beteiligung von Gesteinen aus der helvetischen Kreide nicht zu verkennen ist. Besonders deutlich heben sich die durch ihre charakteristische Verwitterung kenntlichen Gaultsandsteine heraus, die etwa 10—15 % der Gesamtmasse vom Konglomerat ausmachen. Ebenso sind auch sicherlich reichlich Aptiengesteine vertreten.

Die Kreide wurde also in starkem Maße durch die Erosion in Mitleidenschaft gezogen, wesentliche Teile vom Helveticum müssen durch die Erosion zerstört sein, um solche Mengen von Detritus zu liefern, von dem uns in den jetzt noch vorhandenen obermiocänen Konglomeraten nur eine Auslese des Härteren und nur ein schwacher Bruchteil überhaupt vorliegt. Diese Erosion kann

unmöglich gewirkt haben, als die Kreide bereits vom Flysch deckenförmig überlagert wurde, da dieselbe in großem Umfang der Einwirkung durch die Gewässer zugänglich sein mußte und daher von der Flyschdecke noch nicht verhüllt sein konnte. Auch die größeren Entblößungen z. B. bei Schliersee sind offenbar erst durch jüngere Erosionstätigkeit freigelegt.

Die von der Flyschtektonik stark abweichenden tektonischen Formen des Helveticums, sowie insbesondere das Durchkreuzen der Flyschfalten durch die Aufbrüche der helvetischen Kreide bei Schliersee zeigten bereits an, daß ein gefaltetes Kreidegebirge vom gefalteten Flysch überschoben wurde. Dieses wird uns durch das Studium der Gerölle bestätigt und gleichzeitig erhalten wir nunmehr eine Erklärung für die eigentümliche Gestaltung des Flyschnordrandes.

Die obermiocäne Erosion setzte im Voralpengebiet ein als Flysch und Helveticum in ihren hintereinanderliegenden, getrennten Ablagerungsräumen sich falteten und erreichte ihren Höhepunkt während des Überschiebungsvorganges, wobei vorwiegend der nach Norden brandende Flyschrand von der Wasserwirkung betroffen wurde und erhebliche Teile desselben der Erosion zum Opfer fielen.

Die Profile am Nordabhang vom Peißenberg, in denen mehrfache Wechsellagerungen der obermiocänen Konglomerate mit Flinzmergeln beobachtet wurden, zeigen uns, daß die ruhige Sedimentation der Flinzmergel periodisch durch plötzliche mächtige Einschwemmungen von Schottermassen unterbrochen wurde. Die tektonischen Bewegungen — Auffaltung und Überschiebung — im Alpengebiet müssen also stoßweise erfolgt sein und sich über längere Zeiträume erstreckt haben, so daß Zeiten stürmischer Bewegung abgewechselt haben mit Zeiten der Ruhe, oder doch mit Bewegungen von geringerem Ausmaß, während der die Schotter nicht so weit nördlich verfrachtet wurden.

Die Flyschdecke glitt also über ein gefaltetes, bereits zertaltes Kreidegebiet und lediglich ein stark durch die Erosion verstümmelter Flyschnordrand erreichte die Molasse. Das unregelmäßige Kreiderelief, über das sich der Flysch bei seiner Wanderung nach Norden hinüberlegte, erklärt leichter das Auftreten von isolierten vom Flysch ummantelten Schollen, sowohl innerhalb, als auch am Außensaum vom Flysch.

Die großen Unregelmäßigkeiten am Nordrande vom Flysch — das Abschneiden und Wiederansetzen der Flyschfalten, die weite Einbuchtung am Kochelsee — sind nicht durch nachträgliche Erosion über die Molasse geschobener Flyschteile entstanden, sondern wesentliche Teile waren bereits nicht mehr vorhanden, als die Überschiebung am Südrand der Molasse oder noch südlich von diesem zum Stillstand kam. Der meist morphologisch so scharf von seinem

Vorland abgezeichnete Nordrand der Alpen ist der Stirnrand der gegen Süden stark absteigenden Flyschdecke, der von der jüngeren Erosion nurmehr etwas abgeschrägt und zugeschnitten wurde.

Während uns der Südrand des Flysches in fast unveränderter Form vorliegt, ist der ursprüngliche nördliche Flyschsaum vollständig der obermiocänen Erosion anheimgefallen. — —

Über die obermiocänen Bewegungen im eigentlichen kalkalpinen Gebiet erhalten wir durch die Konglomerate nur wenig Anhaltspunkte. Die meist kleinen kalkalpinen Komponenten werden infolge ihrer Unscheinbarkeit und ihrer geringen Zahl leicht übersehen, dieselben sind jedoch in allen Aufschlüssen ganz gesetzmäßig beigemengt.

Diese geringe Beteiligung kalkalpiner Gerölle am Aufbau der Konglomerate könnte dahin gedeutet werden, daß sich im Obermiocän hauptsächlich im Bereich der Voralpen tektonische Bewegungen abspielten, die hier zu einer weitgehenden Erosion führten. Indessen besteht ebensowohl die Möglichkeit, daß kalkalpines Material in großen Mengen auf dem ohnehin längeren Transportweg vollkommen verloren ging, insbesondere da die alpinen Kalke im allgemeinen weicher sind wie die kalkig-kieseligen voralpinen Gesteine. Die Kleinheit der kalkalpinen Gerölle spricht dafür. Auffallend ist das Fehlen oder das höchst vereinzelte Auftreten von den harten oberjurassischen Hornsteinen. Offenbar zerfallen und zerbröckeln dieselben sehr leicht zu winzigen Stückchen. Auch die liassischen Kieselkalke bilden große Seltenheiten. Zumeist finden sich immer nur dunkle oder auch helle Triaskalke.

Denkt man sich die Lagerung der Schichten im Oligocängebiet und in den Voralpen — deren wahre ursprüngliche Ausdehnung insbesondere in bezug auf den helvetischen Ablagerungsbereich unbekannt ist —, bevor die Raumverkürzung durch Faltung und Überschiebung eintrat, so erhält man zu Beginn der Erosionswirkung ein weites Feld zwischen den uns jetzt noch zugänglichen obermiocänen Konglomeraten und dem damaligen Kalkalpengebiet. Außerdem traten die Höhenunterschiede zwischen der Flyschzone und den angrenzenden Kalkalpen vielleicht noch mehr zurück als jetzt und möglicherweise waren auch die Flüsse nicht tief in die Kalkalpen eingeschnitten, um viel kalkalpines Material fördern zu können, sondern die Erosion ergriff insbesondere den nordwärts drängenden Flyschrand und das vorgelagerte bereits gefaltete Helveticum, das nach und nach von der Flyschdecke verhüllt und der Erosion unzugänglich wurde.

Da die Konglomerate nicht etwa unter den Flinz eintauchen, sondern am Peißenberg mit Flinzgesteinen verzahnt sind und in denselben auskeilen, also beide teilweise gleichalterige Bildungen darstellen, liegt uns in dem jetzt noch vorhandenen Konglomeratstreifen lediglich der Nordrand von gewaltigen Schottermassen vor,

die in den nördlichen Teilen des in Bewegung befindlichen Alpengebietes ihren Ursprung nahmen und die damals noch flach oder nahezu flach gelegenen älteren Molasseschichten überdeckten. Aus diesen Überlegungen erklärt sich leicht das Fehlen oder nur ganz vereinzelte Auftreten aller weicheren Gesteinskomponenten.

Während der Faltenbewegungen im Alpengebiet und beim Vorbranden der ostalpinen Massen muß auch das von Weithofer angenommene, zwischen Helveticum und Oligocängebiet gelegene kristalline Land verschwunden sein, das für die tieferen Molasseablagerungen, wenn man diesen Gedankengängen folgt, den vorwiegenden kristallinen Detritus lieferte und an dessen Stelle nurmehr alpine Gesteine ins Vorland gefördert wurden. In geringem Maße nur wirkte die Erosion im Obermiocän auch auf Teile des älteren Tertiärs ein.

Erst nach der obermiocänen Konglomeratbildung wanderte die alpine Gebirgsbewegung in das Vorland hinaus, wodurch die oligocäne Molasse ihre eigenartige Faltentektonik erhielt und über das Miocän hinübergeschoben wurde, dessen untere und mittlere Abteilung an der Überschiebung Steilstellung annahm, während das Obermiocän nur in seinen südlichsten Ausbissen noch aufgerichtet ist und sich gegen Norden entsprechend dem Ausklingen der Faltung allmählich flach legt.

München, März 1922.

Kurzer Überblick über die triassische Reptilordnung Thecodontia.

Von **Friedrich v. Huene** in Tübingen.

Mit 1 Tabelle.

Von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus soll hier kurz zusammengefaßt werden, was ich kürzlich und in den letzten Jahren an verschiedenen Orten (Literaturverzeichnis am Schluß No. 10—19) über Parasuchier, Pseudosuchier und Pelycosimier, die (als Unterordnungen) die Ordnung der Thecodontia (R. Owen 1859) bilden, geschrieben habe zusammen mit dem, was sonst über dieses Gebiet bekannt ist (cf. Broom, Case, Cope, Fraas, Haughton, van Hoepen, Jaekel, Mehl, Newton, Owen, Watson, Woodward, Zittel etc.).

Die Unterordnungen sind äußerlich unter sich recht verschieden, aber der anatomische Bau verknüpft sie dennoch eng. Die Pseudosuchia bilden den lebendigen Stamm der Ordnung, der mit älteren Reptilien verbindet und dem neue Zweige (die sämtlichen Archosaurier) entspringen. Sterile und einander entgegengesetzt gestaltete Seitenzweige sind die Parasuchier und die Pelycosimier.

Die Pseudosuchia müssen in wenigstens 5, wahrscheinlich aber 7 Familien geteilt werden. Gegenüber meiner letzten Äußerung (16)

zur Systematik möchte ich *Sphenosuchus* jetzt als Vertreter einer eigenen Familie auffassen. Auch „*Stegomus*“ *longipes* (cf. **13**) wird als selbständiger Familienvertreter aufgefaßt werden müssen, da Extremitäten und Panzerung von *Ornithosuchus* und *Aëtosaurus* stark abweichen. Die Art ist generisch mit *Stegomus arcuatus* identifiziert worden, aber das ist sicher nicht zulässig, da die Panzerung grundverschieden ist (cf. **13**); die Gattung benenne ich daher *Stegomosuchus*. *Stegomus arcuatus* (aus viel älteren Schichten) halte ich nach nochmaliger Prüfung jetzt mit Wahrscheinlichkeit für einen Stagonolepiden, also Parasuchier.

Die systematische Einteilung der Pseudosuchier sieht jetzt folgendermaßen aus:

Proterosuchidae	*Proterosuchus Fergusi* *Dyoplax arenaceus* *Erpetosuchus Granti*
Sphenosuchidae n. fam.	*Sphenosuchus acutus*
Ornithosuchidae	*Ornithosuchus Woodwardi* „ *Taylori* *Saltoposuchus connectens* „ *longipes* *Pedeticosaurus Leviseuri*
Scleromochlidae	*Scleromochlus Taylori*
Euparkeriidae	*Euparkeria capensis* *Browniella africana*
Aëtosauridae	*Aëtosaurus ferratus* „ *crassicauda*
Stegomosuchidae n. fam.	*Stegomosuchus longipes*

Hierzu ist zu bemerken, daß *Sphenosuchus* als später Nachkomme der Proterosuchiden anzusehen ist. Ebenso ist *Scleromochlus* durch Anpassung an wohl hüpfendes Baumleben aus dem Formenkreis von *Ornithosuchus* hervorgegangen. Nach Abel ist *Otocryptis* unter lebenden Eidechsen biologisch vergleichbar. Des etwas verlängerten Unterarmes wegen halte ich aber doch richtiges Krallenklettern und vielleicht auch beginnende Hautsäume zum Fallschirmsprung nicht für ausgeschlossen. Aus den Ornithosuchiden, aus denen *Scleromochlus* hervorging, sind nach meiner Annahme auch die Flugsaurier entstanden (**13**). Den biologischen Weg, resp. die Reihenfolge der Anpassungen habe ich angedeutet. Auch die Euparkeriiden sowie *Stegomosuchus* dürfte dem gleichen Formenkreis nahe stehen und ihm entsprossen sein. Die Aëtosaurier halte ich für direkte Abkömmlinge der Proterosuchiden.

An den Pterosauriern nahe liegender Stelle denke ich mir (**13**) die Ornithischia, die Vögel und die Krokodile entsprungen. Auch für diese habe ich z. T. die Kette der dazu nötigen Anpassungen anderen Orts angegeben.

Aus ganz alten und primitiven Proterosuchiden denke ich mir die Saurischia hervorgegangen. Von den Proterosuchiden sind namentlich auch die Parasuchia und die Pelycosimia mit entgegengesetzter Anpassungsrichtung abgezweigt.

Die beifolgende Tabelle gibt die zeitliche und geographische Verbreitung der Parasuchier an. Dazu ist namentlich zu bemerken, daß ich die Fundhorizonte der amerikanischen Parasuchier (19) revidiert habe, woraus hervorging, daß die Funde des westlichen Nordamerika offenbar recht alt sind, jedoch mit zwei Ausnahmen, und daß auch die Parasuchierfunde am östlichen Appalachensaum nicht der oberen Trias angehören.

Zur systematischen Revision und Einteilung der Parasuchier wurde in erster Linie der Schädel verwendet. Eine neue deutsche und mehrere neue amerikanische Gattungen vervollständigen und erleichtern den Überblick, wie die Verbreitungstabelle zeigt. Besonders zu beachten ist das Längenverhältnis des Hinterschädels zum Schnauzenteil, die relative Ausdehnung der Schädelbasis, das Verhalten der oberen Schläfenöffnung und die Gestaltung des Gaumens. Im Zusammenhang mit der Lebensweise der Parasuchier als Wasserräuber macht sich ein Hinaufrücken der Nase und eine Verlängerung der Schnauze geltend, so daß der Hinterschädel (bis Vorderrand der Nasenöffnungen) bald weniger als die Hälfte und schließlich nur $\frac{1}{3}$ der Schädellänge ausmacht:

Phytosaurus	48 %
Machaeroprosopus . . .	47 „
Palaeorhinus	47 „
Angistorhinus	40 „
Angistorhinopsis	37,7 „
Mystriosuchus	33,3 „

Im Zusammenhang mit der Zusammendrängung des Hinterschädels geht das Zurückschieben der oberen Schläfenöffnung, die normalerweise hinten in der Ebene des Schädeldaches durch eine Knochenspange geschlossen ist. Aber bei den jüngsten Formen der Parasuchier ist die obere Schläfenöffnung so an den hinteren Schädelrand gedrängt, daß ihr Hinterrand wesentlich tiefer schon an der hinteren Abdachung des Schädels zu liegen kommt. Hieran sind die Endstadien zu erkennen. *Phytosaurus* selbst ist bei Fixierung eines primitiven Zustandes zu einem Endstadium geworden.

Die natürliche Gruppierung der Parasuchier nach hauptsächlich Schädel-anatomischen Gesichtspunkten ergibt folgende Familien:

Desmatosuchidae	*Desmatosuchus*
Stagonolepidae	*Mesorhinus* *Stagonolepis* *? Stegomus arcuatus*

Phytosauridae	*Phytosaurus*
Mystriosuchidae	*Angistorhinus*
	Palaeorhinus
	Machaeroprosopus
	Rutiodon
	? Episcoposaurus
	? Parasuchus
	? Rileya
	Angistorhinopsis
	Mystriosuchus

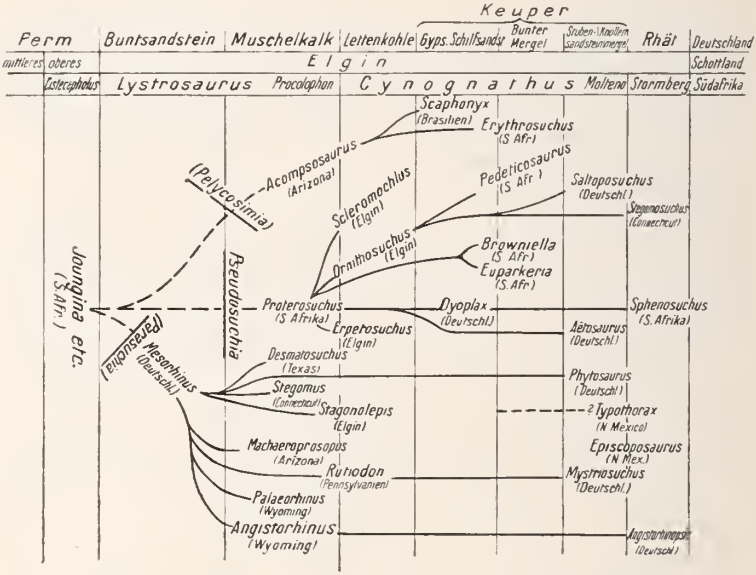
Es ist jedoch so gut wie sicher, daß bei einer vollständigeren Skelettkenntnis, namentlich des Fußes, die Mystriosuchiden-Familie in wenigstens zwei Gruppen zerfallen wird nach biologischen Rücksichten, denn bei einigen Formen ist der Fuß (Zehen) sehr schlank, bei anderen sehr plump gebaut. Aber es läßt sich infolge von lückenhaften Funden darüber noch nichts Abschließendes sagen, das liegt in der Zukunft.

Es ist interessant zu sehen, wie die Parasuchier einerseits als geschlossene Gruppe auftreten durch gemeinsame anatomische Merkmale und durch gemeinsame Krokodilgestalt verknüpft, aber wie sie doch andererseits in diesem gut geschlossenen Rahmen sich deutlich verzweigen (cf. Tabelle). Und besonders interessant ist es, wie bei diesen einzelnen Zweigen doch gleiche Entwicklungstendenz sich zeigt, die in gleichem Zeitmaß sich auswirkt. Dieses letztere ist eine höchst bemerkenswerte Tatsache von allgemeiner Bedeutung. Diese Beobachtung kann man in der Stammesgeschichte der Tiere immer wieder machen, wie ja schon mehrfach bemerkt worden ist. Gemeinsam ererbte latente Energien und Kraftmaße kommen oft ganz überraschend zur Geltung, und zwar nach Ausdruck und Zeitpunkt bei getrennten, aber verwandten Zweigen oft merkwürdig übereinstimmend, so daß man oft fast von einer gemeinsamen Tracht oder Mode zu gewissen Zeitperioden sprechen könnte.

Umstehend ist der Versuch einer stammesgeschichtlichen graphischen Skizze der Thecodontia beigefügt, zu dem noch ein paar Bemerkungen zu machen sind. Als stratigraphische Norm ist Süddeutschland genommen. Das Alter des *Stagonolepis*-Sandsteins von Elgin ist früher von mir besprochen worden. Die südafrikanischen Triaszonen sind nach Broom und Watson eingesetzt, aber eine ganz genaue Parallelisierung kann natürlich nicht durchgeführt und auf die Goldwage gelegt werden. Über das Alter der Parasuchier führenden Schichten habe ich (19) eine spezielle Untersuchung angestellt, deren Wiederholung hier zu weit führen würde.

Ich habe 1920 (16) begründet, weshalb *Acompsosaurus* (Mehl, 21) aus Arizona wahrscheinlich ein Pelycosimier ist (Zweizahl der

Sacralwirbel, geschlossenes Acetabulum, stark abwärts gewendetes breites Pubis, Form des Ischium, schwerer Knochenbau). Meine systematische und stammesgeschichtliche Auffassung von *Erythrosuchus* und *Scaphonyx* hat sich seit 1914 (**13**) nicht geändert. Die Pelycosimia sind entgegengesetzt entwickelt wie die krokodilförmigen Parasuchier, sie sind sehr groß, plump, hochbeinig, mit sehr großem kurzschnauzigem Kopf mit nur kleinem Präorbitaldurchbruch und mit nur leichter Rückenpanzerung (*Erythrosuchus*, cf. Watson, **26**).



Stammesgeschichtliches Schema der Thecodontia.

Die Thecodontia scheinen bis in permische Zeit zurückzureichen, denn Broom's *Youngina* (**4**) paßt nach bisheriger Kenntnis des Schädels als Ahnform der drei Thecodontier-Gruppen. Er hat für diese Form die Unterordnung Eosuchia errichtet. Der Gaumen schließt sich sehr nahe an den von *Proterosuchus* an. Ein Präorbitaldurchbruch ist entweder nicht oder nur sehr klein vorhanden. Eine nähere Vergleichung soll hier nicht durchgeführt werden.

Über den Anschluß der Thecodontia an ältere primitive Reptilien sind wir jetzt nicht mehr so vollkommen im Dunkeln, wie noch vor kurzer Zeit. Watson's Fund von *Broomia perplexa* aus der mittelpermischen *Pareiasaurus*-Zone Südafrikas (**25**) gibt neues Licht auch auf andere Formen. *Heleosaurus* (**2**) und *Heleophilus* aus dem gleichen Horizont Südafrikas scheinen ähnlich gebaut zu sein. Die vorhin

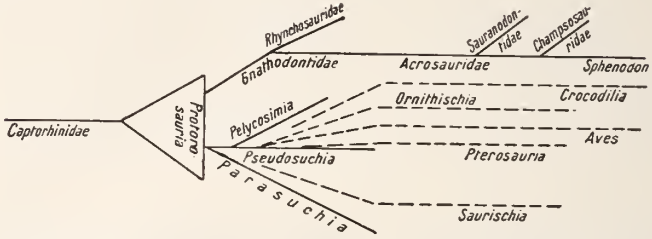
erwähnte *Youngina* aus der oberpermischen *Cistecephalus*-Zone Südafrikas scheint in die gleiche Gruppe zu gehören. Wahrscheinlich ist *Broomia* auch mit *Aphelosaurus* aus dem Oberperm von Autun, mit *Adelosaurus* aus dem englischen Oberperm und wohl auch mit dem höher spezialisierten *Protorosaurus* aus deutschem Oberperm nahe verwandt. *Broomia* ihrerseits bietet nach Watson's Feststellungen die Möglichkeit einer Deszendenz von den altpermischen Captorhiniden, also Cotylosauriern. Eine eingehende Diskussion dieser Beziehungen, die manche höchst interessante und weitgehende Frage aufrollen müßte, kann an dieser Stelle nicht ausgeführt werden. Die Unterseiten der Schädel von *Broomia*, *Helcosaurus*, *Proterosuchus* sind einander überraschend ähnlich; das wenige, was man von *Protorosaurus* weiß (22), paßt auch gut dazu. Die Seitenansicht des Schädels von *Proterosuchus* und von *Youngina* ähnelt einander auch stark (von den anderen ist die Seite unbekannt); *Protorosaurus* scheint sogar einen kleinen Präorbitaldurchbruch gehabt zu haben. Es ist also, kurz gesagt, wahrscheinlich, daß der Formenkreis (? Ordnung Protorosauria) zu dem *Broomia*, *Helcosaurus*, *Helcophilus*, *Aphelosaurus*, *Adelosaurus*, *Protorosaurus* und *Youngina* mit einigen anderen gehören, zwischen den Captorhiniden (Cotylosauriern) und den Thecodontiern, und somit den Archosauriern überhaupt, vermitteln.

Mit der Bezeichnung Protorosauria verbindet man leicht die überwiegende Vorstellung des sehr spezialisierten *Protorosaurus* selbst. Das ist aber irreleitend, *Broomia*, *Aphelosaurus*, vielleicht auch *Youngina* und „*Eosuchus*" (Watson; jetzt *Noteosuchus* Broom) sind viel allgemeinere Typen. *Protorosaurus* liegt mehr an der Peripherie.

Aber noch ein weiterer Gesichtspunkt muß hier kurz erwähnt werden, nämlich die Beziehungen der Rhynchocephalen zu den Thecodontiern und deren Vorfahren; 1920 (16) habe ich dies berührt. Einige Autoren haben Vertreter der Gnathodontia und der Thecodontia zu sehr vereinigt. Obwohl viele nahe Verwandtschaftszüge da sind, scheint mir dies doch falsch. Die triassischen Rhynchocephalen lassen sich in gleicher Weise auf den permischen Formenkreis zurückführen wie die Thecodontia. Wenn sie von gleichen Vorfahren abstammen, ist es leicht erklärlich, daß sie unter sich viele gemeinsame Merkmale aufweisen.

Die Familie der Gnathodontidae mit *Howesia*, *Mesosuchus*, *Brachyrhinodon* und *Polysphenodon* ist die primitivste. Wenig spezialisierter ist die gleichzeitige Familie der Rhynchosauriden mit *Rhynchosaurus*, *Hyperodapedon* und *Stenometopon*. Die Hauptentwicklungslinie der Rhynchocephalen läuft wohl von den Gnathodontiden durch die oberjurassischen Acrosauriden zu den jetzigen Sphenodontiden, während die Rhynchosauriden (Trias) und die Champsosauriden (Kreide-Tertiär-Grenze) jeweils sterile Seitenzweige bilden.

Das nebenstehende Schema möge zur Veranschaulichung dieser allgemeinen hier berührten genetischen Beziehungen dienen.



Allgemeine genetische Beziehungen der Thecodontia und Rhynchocephalen.

Wichtigste und neueste Literatur.

(Die Literatur der Vor-Kriegszeit ist zumeist in der angeführten enthalten.)

1. Broom, R.: On a new Reptile (*Proterosuchus Fergusi*) from the Karroo beds of Tarkastad. Ann. S. Afr. Mus. IV. 1903. 159—163. Taf. 19.
2. — On some new Reptiles from the Karroo beds of Victoria West, South Africa. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 18, 1. 1907. 31—41. Taf. 3—4. (*Heleosaurus.*)
3. — On the South African Pseudosuchian *Euparkeria* and allied genera. Proceed. Zool. Soc. London. 1913. 619—633. Taf. 75—79.
4. — A new Thecodont reptile (*Youngina*). Proceed. Zool. Soc. London. 1914. 1072—1077. 3 Fig.
5. Case, E. C.: Preliminary description of a new suborder of Phytosaurian reptiles, with a description of a new species of Phytosaurs. Journ. of Geol. 28, 6. 1920. 524—535. 6 Fig.
6. Heilmann, G.: Fuglenes afstamning. Dansk. ornitholog. Foren. tidsskrift. Kopenhagen. 398 p. 215 Fig.
7. Haughton, S. H.: A new Thecodont from the Stormberg beds (*Sphenosuchus*). Ann. S. Afr. Mus. 12. 1915. 98—105. 3 Fig.
8. — On the reptilian genera *Euparkeria* Broom and *Mesosuchus* Watson. Transact. R. Soc. S. Afr. X, 2. 1921. 81—88. Taf. 2—3.
9. Hoepen, E. C. N. van: A new Pseudosuchian from the Oranje Free State. Ann. Transvaal Mus. V. 1915. 83—87. Taf. 13—14.
10. Huene, F. v.: Die Dinosaurier der europäischen Trias-Formation. Geol. u. Pal. Abh. Suppl.-Bd. I. 1907—1908.
11. — Über *Erythrosuchus*. Vertreter der neuen Reptil-Ordnung *Pelycosimia*. Geol. u. Pal. Abh. X, 1. 1911. 1—60. 60 Fig. 11 Taf.
12. — Beiträge zur Kenntnis und Beurteilung der Parasuchier. Geol. u. Pal. Abh. X, 1. 1911. 61—122. 36 Fig. Taf. 12—17.

13. Huene, F. v.: Beiträge zur Geschichte der Archosaurier. Geol. u. Pal. Abh. XIII, 1. 1914. 1—53. 61 Fig. 7 Taf.
14. — On reptiles of the New Mexican Trias in the Cope collection. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 34. 1915. 485—507. 64 Fig.
15. — Stammesgeschichtliche Ergebnisse einiger Untersuchungen an Trias-Reptilien. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre. 24, 2. 1920. 159—163. 1 Fig. Taf. 7.
16. — Die Osteologie von *Aëtosaurus ferratus* O. Fr. Acta Zoologica. I. 1920. 465—491. 51 Fig.
17. — Ein Parasuchier im oberen Muschelkalk von Bayreuth. Senckenbergiana. II, 5. 1920. 143—145. 2 Fig.
18. — Neue Pseudosuchier und Coelurosaurier aus dem württembergischen Keuper. Acta Zoologica. II. 1921. 329—403. 35 Fig. 4 Taf.
19. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Parasuchier. Abh. Preuß. Geol. Landesanst. (Im Druck.)
20. Mehl, M. G.: The Phytosauria of the Trias. Journ. of Geol. 23. 1915. 129—165. 20 Fig.
21. — New or little known reptiles from the Trias of Arizona (*Acompsosaurus*). Bull. Univ. Oklahoma, Studies. 5. 1916. 1—44. 16 Fig. 1 Taf.
22. Seeley, H. G.: On *Protorosaurus Speneri*. Phil. Trans. R. Soc. London. 187. B. 1887. 187—213. Taf. 14—16.
23. Sinclair, W. J.: A large Parasuchian from the triassic of Pennsylvania. Amer. Journ. Sci. 45. June 1918. 457—462. 10 Fig.
24. Watson, D. M. S.: The Beaufort beds of the Karroo System of South Africa. Geol. Mag. Sept. 1913. 388—393.
25. — *Broomia perplexa*, gen. et sp. n., a fossil reptile from South Africa. Proceed. Zool. Soc. London. 1914. 995—1010. 5 Fig. Taf. 6.
26. — A sketch classification of the pre-jurassic tetrapod Vertebrates. Proceed. Zool. Soc. London. 1917. 167—186.

Tübingen, 7. Januar 1922.

Besprechungen.

W. M. Davis und **G. Braun**: Grundzüge der Physiogeographie. 2. Aufl. 2 Bde. XI + 209 und X + 226 p. Mit 89 resp. 94 Fig. u. 2 Taf. Leipzig 1915/17.

Während die erste Auflage sich nur verhältnismäßig wenig von Davis' „Physical Geography" entfernte, hat die neue Ausgabe in Anordnung und Inhalt beträchtliche Veränderungen erfahren. Das gilt namentlich von dem ersten Teil, der ursprünglich allzu knapp gehalten war und jetzt zu einer allgemeinen Einführung in

die allgemeine physische Geographie erweitert worden ist, wobei es sich für den Anfänger, der als Benutzer des ganzen Buches gedacht ist, als besonders nützlich erweisen wird, daß er, wenn auch nur in Kürze mit den wichtigsten Forschungsmethoden bekannt gemacht wird. Die Darstellung der Morphologie überwiegt freilich auch in der Neubearbeitung vollkommen, denn der ganze zweite Band ist ausschließlich der Formenlehre gewidmet und fast ein Drittel des ersten behandelt die Tätigkeit der morphologisch wirksamen Kräfte, so daß das Buch im wesentlichen doch ein Lehrbuch der Morphologie geblieben ist. Die Vorzüge, durch die sich schon das amerikanische Vorbild vor ähnlichen Darstellungen auszeichnete, der klare Aufbau, die instruktiv gewählten Beispiele sind dem neuen Werke erhalten geblieben; die reichhaltigen Literaturangaben, die dem Anfänger vielleicht sogar zu viel bringen, sind ebenso wie die Nachweise von Kartenblättern, auf denen man die behandelten Formen studieren kann, gegenüber der ersten Auflage noch bedeutend vermehrt worden. Es läßt sich natürlich darüber streiten, ob die getroffene Anordnung des Stoffes immer die pädagogisch richtige ist; so würde es uns z. B. besser erscheinen, die Betrachtung der Talformen an den Anfang zu stellen und nicht zuerst die Ebenen, Plateaus, Berge und Gebirge zu behandeln.

A. Rühl.

Miscellanea.

Der Außerordentlichen (III.) internationalen bodenkundlichen Konferenz zu Prag im April des Jahres soll der nächste Kongreß dieser Art 1925 in Rom folgen.

Eine Geologische Gesellschaft hat sich in China gebildet; geplant ist eine Zeitschrift: „Bulletin of the Geological Society of China".

Personalia.

Umhabilitiert: Dr. **E. Lehmann**, bisher Privatdozent an der Techn. Hochschule Danzig, für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenlehre an der Universität Halle.

Gestorben: **Hjalmar Sjögren** in Stockholm am 23. März d. J.

Verbreitungstabelle der Parasuchier.

[Zu p. 410.]

Horizont			Süddeutschland und Nordschweiz	Mitteldeutschland	England	Spitzbergen	Indien [1]	Oestliches Nordamerika [1]	Westliches Nordamerika [1]
Keuper + Rhät	Ob. Keuper	Rhät	***Angistorhinopsis*** [2] *Rutimeyeri* *Mystriosuchus* sp	***Angistorhinopsis*** *Rutimeyeri* *Mystriosuchus* sp	? *Mystriosuchus* sp. (Femur)				***Episcoposaurus*** *borealis* ***Typothorax*** [3] *coccinarum* gen. indet. *scolopax*
		Knollenmergel							
	Mittl. Keuper	Stubensandstein	***Mystriosuchus*** *planirostris* „ *Plieningeri* ***Phytosaurus*** *Kupffi*						
		Bunte Mergel							
	Unt. Keuper	Schilfsandstein	„*Phytosaurus*" *arenaceus*						
		Gipsmergel							
Muschelkalk + Lettenkohle	Obere Gruppe	Lettenkohle			***Stagonolepis*** *Robertsoni*		***Parasuchus*** *Hislopi* „*Phytosaurus*" sp	***Rutiodon*** *carolinensis* „ *rostratus* „*Rutiodon*" *manhattanensis* „ *validus* *Clepsysaurus pennsylvanicus* *Eurydorus* etc. *Palaeoctonus*-Zähne ***Stegomus*** *arcuatus*	
		Oberer Muschelkalk	Parasuchier-Humerus (Bayreuth)		*Rileya Stutchburi*				***Desmatosuchus*** *spurensis* „*Phytosaurus*" *Doughtei* „ *haplocerus* „ *superciliosus* ***Machaeroprosopus*** *validus* „ sp ? *Machaeroprosopus boceros* *Heterodontosuchus Ganei* ***Palaeorhinus*** *Bransoni* „ sp ***Angistorhinus*** *grandis* „ *gracilis* „ sp
	Untere Gruppe	Mittlerer Muschelkalk							
		Unterer Muschelkalk				1 Wirbel			
Buntsandstein		Oberer Buntsandstein							
		Mittlerer Buntsandstein		***Mesorhinus*** *Ernasi*					
		Unterer Buntsandstein							

[1] Genaue Parallelisierung der Horizonte nicht möglich. [2] Die sicheren Gattungen sind fett gedruckt. — [3] Da Schädel unbekannt, ist Zugehörigkeit zu den Parasuchiern nicht ganz sicher, könnte sonst Pseudosuchier sein

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Theodor Liebisch †.

Am 9. Februar 1922 ist Th. Liebisch in Berlin verschieden. Es entspricht ebenso dem Gefühle meiner hohen Verehrung und der größten Dankbarkeit wie einem mir übermittelten Wunsche des Dahingeschiedenen, wenn ich in der Zeitschrift, der lange Zeit hindurch seine Arbeit und seine Sorge galt, ein Bild vom Leben und Wirken des hochverdienten Mannes, meines teuren Lehrers und väterlichen Freundes, zu zeichnen versuche.

I.

Theodor Liebisch wurde am 29. April 1852 zu Breslau geboren. Dort verbrachte er seine Schulzeit und dort begann er auch seine Universitätsstudien. Diese waren neben der Mineralogie besonders der Physik und der Mathematik gewidmet; sie erfuhren durch seine Teilnahme am Kriege 1870/71 eine längere Unterbrechung. Von den akademischen Lehrern des Verblichenen seien besonders F. E. Dorn, H. Marbach, O. E. Meyer, C. Neumann, Ferd. Römer, J. Rosanes, H. Schröter und M. Websky genannt; von diesen übten namentlich M. Websky, weiterhin Ferd. Römer und der Mathematiker H. Schröter einen starken und nachhaltigen Einfluß auf den jungen Studenten aus. Nachdem Th. Liebisch das Examen rigorosum „magna cum laude“ bestanden hatte, wurde er am 1. Juli 1874 auf Grund einer petrographischen Dissertation (Nr. 1) zum Dr. phil. promoviert. Der Wert dieser Arbeit, die schon ein Jahr nach dem Erscheinen des grundlegenden Werkes: „F. Zirkel, Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine, Leipzig 1873“, veröffentlicht wurde, geht daraus hervor, daß sie von der Philosophischen Fakultät der Universität Breslau preisgekrönt wurde, und auch aus dem lobenden Urteil, das F. Zirkel[1] über sie fällte. Nach diesem läßt die „recht gediegene“ Arbeit erkennen, daß sie einen trefflichen und kenntnisreichen Forscher auf petrographischem Gebiete zum Verfasser hat, der das untersuchte Material allseitig und gründlich wissenschaftlich verarbeitet hat.

[1] Literarisches Centralbl. f. Deutschland. 1874. 1698.

Nach weiteren mineralogischen und petrographischen Studien in Breslau war Liebisch vom 1. April bis zum 30. September 1875 als Assistent am mineralogischen Museum der Universität Bonn unter G. vom Rath tätig. Am 1. Oktober 1875 wurde er mit der Verwaltung der 2. Custodenstelle am mineralogischen Museum der Universität Berlin beauftragt und am 1. Juli 1876 daselbst als Custos angestellt. In dieser Eigenschaft beteiligte er sich vor allem an der Lösung der von M. Websky im Interesse der Erhaltung der Berliner mineralogischen Staatssammlungen in Angriff genommenen Aufgaben[1], bei denen es galt, die durch den Mangel an Raum und an wissenschaftlichen Mitarbeitern entstandene Zerrüttung der Sammlungen zu beseitigen. Bei diesen an sich schwierigen, durch den Raummangel und die kleinen, nicht heizbaren Sammlungszimmer im Ostflügel des Berliner Universitätsgebäudes noch besonders erschwerten Unternehmungen bearbeitete der junge Custos zahlreiche geographische Suiten; auch beteiligte er sich an dem Ausbau der Schausammlungen, der Umordnung der Hauptsammlung und der Einrichtung von Lehrsammlungen. Bei dieser Tätigkeit erwarb er sich jene eingehenden Kenntnisse in der speziellen Mineralogie und der Einrichtung, dem Ausbau und der Pflege von Sammlungen, die Fernstehende bei ihm kaum erwarteten und die ihm später bei der Neugestaltung der Sammlungen in Greifswald und der Ausgestaltung der Sammlungen in Göttingen und Berlin von besonderem Nutzen waren. Während seiner Berliner Custodenzeit ward für ihn auch die Tatsache von Bedeutung, daß er mit der Beschreibung (Nr. 12) der auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1879 ausgestellten kristallographischen und mineralogischen Instrumente betraut worden war. Seitdem stand er mit der Firma R. Fueß, Berlin-Steglitz, in Verbindung, und dieser Verkehr hatte für die beiden Beteiligten eine Fülle wechselseitiger Anregungen zur Folge.

Am 23. März 1878 habilitierte sich Th. Liebisch in der Philosophischen Fakultät der Universität Berlin mit einer Antrittsvorlesung „Über die Entwicklung der kristallographischen Anschauungen“ auf Grund kristallographischer, mineralogischer und petrographischer Arbeiten. Bereits nach zwei Jahren wurde er, nachdem ihn die Philosophische Fakultät der Universität Breslau als alleinigen Kandidaten vorgeschlagen hatte, zum außerordentlichen Professor in dieser Fakultät ernannt; er begann seine Lehrtätigkeit mit dem Wintersemester 1880/81 auf dem Gebiete der Kristallographie und Mineralogie. Vom 1. April 1883 bis zum 30. September 1884 war er ordentlicher Professor an der

[1] Vgl. hierzu: M. Lenz, Geschichte der Universität Berlin. Berlin 1910. Bd. III. p. 313.

Universität Greifswald. Hier wurde er namentlich mit den Mathematikern B. Minnigerode und L. W. Thomé und dem Zoologen A. Gerstäcker befreundet. Es gelang ihm, den Erstgenannten zu einer wichtigen und ergebnisreichen Untersuchung über die Symmetrieverhältnisse der Kristalle zu veranlassen, die die kürzeste Ableitung der Ergebnisse J. Fr. Chr. Hessel's mit Hilfe der Gruppentheorie bildet.

Vom Herbst 1884 bis zu Ostern 1887 lehrte Liebisch an der Universität Königsberg i. Pr. als Ordinarius für Mineralogie. Hier wurde er unmittelbarer Nachfolger von Max Bauer, und er nahm damit den mineralogischen Lehrstuhl des großen Franz Neumann, des Vorgängers von Max Bauer, ein[1]. In Königsberg war der Geist jenes ausgezeichneten und vielseitigen Gelehrten lebendig, und einem Manne wie Th. Liebisch mußte diese Umwelt ganz besonders zusagen. War es doch gerade Franz Neumann gewesen, der durch seine Arbeiten über die Linearprojektion eines Flächenbündels und die stereographische Projektion der Polfigur eines Kristallpolyeders, über den Zusammenhang zwischen dem Gesetz der Zonen und dem Gesetz der rationalen Indizes, über die Theorie der Interferenzerscheinungen an planparallelen Platten doppeltbrechender Kristalle im konvergenten polarisierten Licht, über die Elastizität der Kristalle und durch seine damit verknüpften Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Kristallform und den physikalischen Eigenschaften der Kristalle die geometrische und die physikalische Kristallographie nicht nur erweitert, sondern auch auf eine höhere Stufe gehoben hatte. Aber Liebisch ist nicht nur vorübergehend einer der Nachfolger Franz Neumann's auf dessen Königsberger Lehrstuhl gewesen, sondern er hat auf kristallographisch-mineralogischem Gebiete das Lebenswerk jenes Gelehrten bewußt und erfolgreich fortgesetzt. Mit Franz Neumann ist Th. Liebisch auch durch die Forschungsweise und die Art der Darstellung von Forschungsergebnissen verbunden. Wie Franz Neumann's Arbeiten, so zeichnen sich auch seine Untersuchungen, welchen Gegenstand sie auch immer betrafen, durch die exakte, in streng mathematischem Geiste ausgeführte Art aus. Von demselben Geiste sind auch seine drei großen Werke durchdrungen (Nr. 15, 34, 39); und er herrschte auch in seinen mit großem Lehrgeschick gehaltenen Vorlesungen. Besonders anregend und fruchtbar für ihn war in Königsberg der Verkehr in einem Kreise, der sich um Ferdinand Lindemann gruppierte und dem auch der mathematische Physiker P. Volkmann, der Mathematiker A. Hurwitz und der Zoologe C. Chun angehörten.

[1] Der Lehrstuhl, den ursprünglich F. Neumann innehatte, war geteilt worden in einen Lehrstuhl für Physik (F. Neumann) und einen Lehrstuhl für Mineralogie (M. Bauer).

Im Oktober 1887 folgte Liebisch einer Berufung nach Göttingen als Ordinarius für Mineralogie auf den Lehrstuhl, den vor ihm C. Klein innehatte. Hier wirkte er 21 Jahre lang vielseitig und erfolgreich, und er hat diesen Zeitabschnitt als den fruchtbarsten und deshalb glücklichsten seines arbeitsreichen Lebens empfunden. Mannigfache Ehrungen wurden dort dem von allen hochgeschätzten Manne zuteil. Er wurde am 2. Juli 1887 Mitglied der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften, führte im Jahre 1896/97 das Dekanat in der Philosophischen Fakultät und bekleidete vom 1. September 1900 bis zum 1. September 1901 das Prorektorat; am 13. Dezember 1902 wurde er zum Geheimen Bergrat ernannt. Aus der reichen Tätigkeit, die der Verstorbene als Institutsdirektor in Göttingen entfaltete, sei vor allem hervorgehoben, daß es ihm gelang, einen Erweiterungsbau des Instituts durchzuführen und Institut wie Sammlungen in hervorragender Weise für die Lehr- und Forschungsarbeit auszubauen. In regem wissenschaftlichen Verkehr stand er mit den Physikern E. Riecke und W. Voigt, und er hatte hier die Freude, begabte Schüler in den Bann seiner Forschungsrichtung zu ziehen. Gern und dankbar erinnerte er sich immer der treuen Mitarbeit aller seiner Göttinger Assistenten, unter denen er F. Pockels, A. Sommerfeld, H. Siedentopf, E. Müller, P. Ites, P. Kaemmerer und O. Weigel besonders hoch schätzte.

Am 1. April 1908 folgte Liebisch einem Rufe als ordentlicher Professor der Mineralogie und Kristallographie und als Direktor des Mineralogisch-petrographischen Instituts und Museums der Universität Berlin. Wiederum mußte er an dieser Stelle zunächst organisatorische Arbeit leisten, um auch hier die Einrichtungen zu schaffen, die für die Ausführung von Untersuchungen auf dem Gebiete der physikalisch-chemischen Mineralogie erforderlich sind. Verständnisvolle Hilfe erhielt er hierbei von R. Nacken, der ihm von Göttingen nach Berlin gefolgt war. In seinem Bestreben, das Berliner Institut für Forschungsarbeit auszubauen, glückte es ihm auch, die äußerst wertvollen apparativen Hilfsmittel und Präparate, die H. Hauswaldt bei der Herstellung seiner bekannten Atlanten benutzt hatte, dem Institut zu sichern. Seine weitere Tätigkeit als Institutsdirektor galt besonders der Umgestaltung der Sammlungen, die in eine Unterrichtssammlung für geometrische, physikalische und chemische Kristallographie, eine Sammlung zur Erläuterung der Mineralsysteme, eine Lagerstättensammlung und eine Sammlung zur Erläuterung der Bildung, Umbildung und Nachbildung der Mineralien gegliedert wurden. Der weiteren Ausgestaltung dieser Einrichtungen widmete der Verstorbene viel Arbeitskraft und viel Zeit. Immer wieder sah er sie durch, um Stücke, die die an ihnen zu erläuternde Eigenschaft nach seiner Meinung nicht deutlich genug erkennen ließen, aus der

ihm aus seiner Custodenzeit her wohlbekannten Berliner Hauptsammlung zu ersetzen. Ein weiterer Gesichtspunkt, unter dem Liebisch die Unterrichtssammlungen ausbaute, ist nur aus der Art zu verstehen, in der er seine Vorlesungen hielt. Diese wurden nicht an der Hand eines und desselben Manuskripts nach einem einmal festgelegten Gange abgehalten; in ihnen entrollte sich vielmehr, nachdem den Zuhörern die erforderlichen Grundlagen übermittelt worden waren, ein von Semester zu Semester wechselndes Bild von dem derzeitigen Stande der Mineralogie. So wurden die Hörer immer in die neuesten Fragestellungen und Forschungsergebnisse eingeführt. Die Methodik seiner Vorlesungen ließ ein hervorragendes pädagogisches Geschick erkennen, und er versäumte niemals, durch Vorweisung von Mineralien, Vorführung von Apparaten und Versuchen (auch aus fernerliegenden Gebieten) das Gesagte zum geistigen Eigentum seiner Schüler werden zu lassen. Alle diese Umstände waren es gerade, die seine Vorlesungen auch für vorgeschrittene Mineralogen zu einem Genuß werden ließen, zumal auch die Gesichtspunkte, von denen aus er einen und denselben Gegenstand behandelte, von Fall zu Fall wechselten. Indessen ahnten nur wenige, durch welche aufreibende Tätigkeit diese Darbietungen ermöglicht wurden und mit welcher Umsicht sie vorbereitet werden mußten. Denn da die Vorlesungen, auch wenn sie denselben Gegenstand betrafen, von Jahr zu Jahr erheblich voneinander abwichen, so mußten auch die unterrichtlichen Hilfsmittel, insbesondere die Sammlungen, immer wieder umgestaltet werden. Beträchtlich vermehrt wurde die hierdurch entstehende Arbeitslast noch dadurch, daß der Dahingeschiedene sowohl im Institut als auch im Museum stets aufs eifrigste bedacht war, das ihm anvertraute Gut zu erhalten. Dauernd sorgte er für peinliche Sauberkeit und Ordnung, die namentlich durch die von ihm eingeführte weitgehende Etikettierung aufrechterhalten wurde. Bei allen Unternehmungen im Institut und im Museum war, wie er selbst noch kurz vor seinem Tode hervorhob, M. Belowsky ihm stets ein treuer Mitarbeiter.

Großzügige und umfangreiche Arbeiten, die Liebisch in Berlin in seiner Eigenschaft als Direktor des Museums begonnen hatte, sind leider nicht abgeschlossen worden. Als die Staatsregierung für das Berliner Museum für Naturkunde vor dem Kriege einen (inzwischen nur in beschränktem Umfange ausgeführten) Erweiterungsbau plante, wurde auch für die mineralogische und petrographische Schausammlung eine bedeutende Erweiterung in Aussicht genommen. Damit war für Liebisch die Möglichkeit gegeben, lang erwogene Pläne in Angriff zu nehmen. Er beabsichtigte, in den neueinzurichtenden Räumen auch eingehend etikettierte Sammlungen zur Einführung der Besucher in die Mineralogie, Petrographie und Meteoritenkunde und ebensolche Sammlungen von Belegstücken zur Erläuterung der

Entwicklungsgeschichte der Mineralien und Gesteine auszustellen. Für diesen Zweck wurde während mehrerer Jahre Material aus anderen Sammlungen herausgesucht und zu besonderen Gruppen vereinigt; leider hat diese mühevolle Arbeit infolge der ungünstigen Zeitverhältnisse nicht zum Ziel geführt werden können.

Besonderes Interesse wandte Liebisch auch den Einrichtungen zu, die der wissenschaftlichen Fortbildung von Lehrern höherer Schulen dienen wollen. Deshalb stellte er sich gern in den Dienst der vom Preußischen Staate eingerichteten Lehrgänge, die seit dem 1. Oktober 1914 einen wesentlichen Teil der Aufgaben der „Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht" bilden, und der „Veranstaltungen der Stadt Berlin zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an höheren Schulen." Hier hat er in Vorlesungen, Übungen und als Führer von Exkursionen belehrend und vor allem anregend gewirkt. Ebenso war er auch bemüht, den mineralogischen Schulunterricht, dessen Hebung er als dringend notwendig erkannt hatte, zu fördern. Bereitwillig und unermüdlich gab er allen Lehrern und auch der oben genannten „Hauptstelle", die sich um Rat an ihn wandten, Auskunft; vor allem aber regte er den Unterzeichneten fortgesetzt zur eingehenden Beschäftigung mit Fragen jenes Unterrichts an und stand ihm bei seinen Arbeiten stets selbstlos und fördernd zur Seite.

Von äußeren Ehrungen, die dem Verblichenen während seiner zweiten Berliner Amtstätigkeit zuteil wurden, sei erwähnt, daß ihn die Preußische Akademie der Wissenschaften am 3. August 1908 zu ihrem Mitgliede wählte und daß er am 1. Juni 1920 korrespondierendes Mitglied der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Wien wurde.

Am 31. März 1921 mußte Th. Liebisch schweren Herzens aus seiner amtlichen Tätigkeit scheiden, da er die gesetzlich festgelegte Altersgrenze bereits überschritten hatte.

II.

Das Gebiet der rein beschreibenden Petrographie, auf dem seiner ersten wissenschaftlichen Arbeit ein voller Erfolg beschieden war, hat Liebisch bald verlassen. Abgesehen von den mehr gelegentlich ausgeführten Untersuchungen über schlesische Mineralien und Gesteine (Nr. 2, 16, 17) hat er nur noch eine petrographische Arbeit (Nr. 5) veröffentlicht. Diese stellt eine Frucht seiner Tätigkeit als Custos in Berlin dar und schildert Gesteinssuiten verschiedener Fundgebiete. Früh schon wandte er sich umfangreichen geometrisch-kristallographischen Untersuchungen (Nr. 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 43) zu. Er begann diese Arbeiten mit der Prüfung des Zusammenhanges zwischen den verschiedenen

Ausdrucksweisen, die für die charakteristischen Eigenschaften der Kristallpolyeder vorlagen. Hierbei konnte er insbesondere die Bedeutung der aus dem Nachlaß von C. Fr. Gauss im Jahre 1863 veröffentlichen, aber ohne Beweis mitgeteilten kristallographischen Sätze dartun. Darauf gelang es ihm, die Gesamtheit der Beziehungen, die zwischen den meßbaren Winkeln der Kristallpolyeder und den zu ihrer einfachsten Beschreibung dienenden Größen bestehen, auf einen einzigen Ursprung zurückzuführen, nämlich auf die Beziehungen zwischen den sechs Winkeln eines vollständigen Vierflachs. Hierdurch gewann die Anwendung des Grundgesetzes auf die Berechnung der Kristallpolyeder eine fruchtbare und übersichtliche Form. Eine Zusammenfassung und einen Ausbau dieser Untersuchungen stellt die im Jahre 1881 veröffentlichte, grundlegende „Geometrische Kristallographie“ (Nr. 15) dar. Die im Jahre 1906 erschienene Arbeit (Nr. 43) über das kristallographische Grundgesetz und seine Anwendung auf die Berechnung und Zeichnung der Kristalle behandelt das gleiche Gebiet in knapper Form und bildet eine wertvolle Ergänzung der früheren Arbeiten über den Gegenstand.

Die erste von Liebisch auf dem Gebiet der Kristallphysik veröffentlichte Arbeit war eine kurze Ableitung (Nr. 18) für eine von M. Websky mitgeteilte Formel zur Korrektion von Stauroskopmessungen. Andere seiner früheren kristalloptischen Untersuchungen (Nr. 24, 25, 28) gingen von einer Bemerkung von F. Kohlrausch aus. Dieser hatte im Jahre 1878 darauf hingewiesen, daß die Erscheinungen der Totalreflexion zur Bestimmung von Lichtgeschwindigkeiten anwendbar seien. In die unter diesem Gesichtspunkt von W. Kohlrausch ausgeführten wichtigen Arbeiten hatte sich jedoch bei einer Berechnung ein Versehen eingeschlichen. Dieses betraf die Bedingung des Eintritts der Totalreflexion für eine beliebige Grenzebene eines anisotropen Kristalls. Hierdurch wurde Liebisch veranlaßt, jene Bedingungen aus den Fresnel'schen Gesetzen für die Lichtbewegungen in durchsichtigen inaktiven Kristallen abzuleiten. Seine Formeln für die Grenzwinkel der totalen Reflexion und für die Neigungswinkel der mit einem Totalreflektometer zu beobachtenden Grenzkurven gegen die jedesmalige Einfallsebene wurden alsbald durch die unter seiner Leitung ausgeführten Beobachtungen von J. Danker bestätigt.

Die Tatsache, daß die Methode der Totalreflexion nicht immer anwendbar ist, veranlaßte Liebisch zur Untersuchung der Bedingungen, unter denen an einem Prisma die Werte der Hauptlichtgeschwindigkeiten und die Lage der optischen Symmetrieachsen in bezug auf das Prisma ermittelt werden können (Nr. 26, 31, 41). Weitere Arbeiten (Nr. 19, 27) betrafen eine für die mikroskopische Untersuchung von Mineralien grundsätzlich und praktisch wichtige Frage. Es handelte sich um die Feststellung, ob aus stauroskopischen Messungen die Richtungen der optischen Achsen und die

Größe des Winkels der optischen Achsen entnommen werden können. Mit diesem Gegenstand hatte sich zwar bereits J. Grailich beschäftigt; Liebisch zeigte jedoch, daß die von diesem herrührende Lösung der fraglichen Aufgabe mehrdeutig ist. Ferner konnte er auch die Bedingungen ableiten, unter denen eindeutige Lösungen möglich sind.

W. Voigt hatte im Jahre 1884 vorausgesagt, daß bei der Beobachtung von senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Platten von einachsigen absorbierenden Kristallen im konvergenten polarisierten Licht verschiedene Arten von Absorptionsbüscheln auftreten müssen, je nachdem der Absorptionsindex für die ordentlichen Wellen der kleinere (I) oder der größere (II) ist. Ein typischer Vertreter des ersten Falles ist, wie schon damals bekannt war, Magnesiumplatincyanür für blaues Licht; dagegen fehlte es zunächst an einem Beispiel für den zweiten. Im Jahre 1888 (Nr. 32) fand Liebisch die für den Fall II charakteristischen Erscheinungen in Schliffen von Turmalin und Pennin, indem er ein von R. Fuess angefertigtes Mikroskop benutzte, das mit einem Objektivsystem und einem Beleuchtungsapparat von hoher numerischer Apertur ausgerüstet war. Mit derselben Anordnung können auch optisch zweiachsige Kristalle auf ihre Zugehörigkeit zum Andalusittypus oder zum Epidottypus geprüft werden; es ergab sich z. B. a. a. O., daß Anomit, Vivianit, Kobaltblüte, basaltische Hornblende und Titanit dem ersteren Typus zuzuzählen sind.

Spätere kristalloptische Untersuchungen (Nr. 53, 54, 55, 56) betrafen vorzugsweise Kristalle mit optischem Drehungsvermögen. Zunächst (Nr. 53) handelte es sich um die Erklärung von Interferenzerscheinungen, die im parallelstrahligen und im konvergentstrahligen polarisierten Licht durch zusammengesetzte Quarzkristalle hervorgerufen werden, in denen sich mehr als zwei Komponenten mit entgegengesetztem Drehungsvermögen überlagern. Hierbei wurde insbesondere gezeigt, daß die vor den photographischen Aufnahmen von H. Hauswaldt angefertigten Abbildungen zur Erläuterung der gesetzmäßigen Verbindung enantiomorpher Teilkristalle im Amethyst aus Brasilien unzureichend sind; auch konnte der Verlauf der Kompensationsstreifen und das dem inneren Bau jener Bildungen zugrundeliegende Symmetriegesetz veranschaulicht werden. Weiterhin (Nr. 56) wurden Interferenzerscheinungen untersucht, die aktive, optisch einachsige und optisch zweiachsige Kristalle zwischen einem geradlinigen Polarisator und einem zirkularen Analysator (oder umgekehrt) aufweisen. Hierbei wurde namentlich die Erkennbarkeit der Beziehungen geprüft, die zwischen der Doppelbrechung mit geradliniger Polarisation und der Doppelbrechung mit zirkularer Polarisation in bezug auf das Vorzeichen bestehen. Ferner wurden in diesem Zusammenhange auch Interferenzerscheinungen beurteilt, die im konvergentstrahligen polarisierten Licht zwischen gekreuzten

Nicols an Doppelzylindern aus Linksquarz und Rechtsquarz zu beobachten sind, wenn diese durch einseitige Kompression in aktive, optisch zweiachsige Platten senkrecht zur ersten Mittellinie deformiert werden. Eine gemeinsam mit A. Wenzel (Nr. 54, 55) veröffentlichte Arbeit bildet eine Anwendung der von A. Koenig und C. Dieterici erweiterten Young-Helmholtz'schen Theorie der Gesichtsempfindungen auf die quantitative Darstellung der Lichtmischungsverhältnisse in den Interferenzfarben, die im Quarz nach Richtungen senkrecht oder parallel zur optischen Achse und in Natriumchlorat durch polarisiertes Licht hervorgerufen werden. Von den Ergebnissen sind diejenigen von besonderem Interesse, die für keilförmige Quarzpräparate im parallelstrahligen und für Quarzplatten im konvergentstrahligen polarisierten Licht erhalten wurden. In den Jahren 1919 und 1921 unterstützte Th. Liebisch die Untersuchungen von H. Rubens über die optischen Eigenschaften von Kristallen im langwelligen ultraroten Spektrum (Nr. 57, 58, 60).

Mit den kristalloptischen Untersuchungen des Verstorbenen stehen seine Leistungen auf dem Gebiete der Instrumentenkunde in engem Zusammenhange. Von den auf Grund seiner Vorschläge in den Werkstätten von R. Fuess konstruierten Vorrichtungen seien die Totalreflektometer Modell I und II (Nr. 11, 20, 21), die Goniometervorrichtung zur Messung zersetzbarer Kristalle (Nr. 22), der Achsenwinkelapparat mit Spektroskop zur Beleuchtung mit homogenem Licht (Nr. 23), die Vorrichtung zur Beobachtung der äußeren konischen Refraktion unter dem Mikroskop (Nr. 30), die Vorrichtung zur Untersuchung des Polarisationszustandes des an ebenen Flächen reflektierten Lichtes und das Universalspektrometer genannt.

Das Jahr 1887 brachte eine grundlegende Arbeit über die Theorie der einfachen Schiebungen an Kristallen (Nr. 29). Über diesen Gegenstand lag damals ein reiches Beobachtungsmaterial vor; abgesehen davon, daß immer mehr Verfahren zur Erzeugung mechanischer Deformationen an Kristallen entdeckt und neue Beobachtungen beschrieben wurden, waren jedoch keine Fortschritte in der theoretischen Behandlung des Gegenstandes zu verzeichnen. Vor allem war das Gesetz nicht bekannt, das jene Erscheinungen beherrscht. Liebisch führte den Nachweis, daß es sich bei den fraglichen Vorgängen nur um eine besondere Art von „homogenen Deformationen" handelt. Er vermochte unter der Voraussetzung, daß die Ebene der Schiebung eine Symmetrieebene ist, diese Deformationen einfach und erschöpfend zu beschreiben.

H. Bäckström hatte auf Grund quantitativer Versuche an Eisenglanz aus den beiden Werten für die thermo-elektromotorische Kraft (in Volt für ein Grad) in der Richtung der Achse der Isotropie (t_γ) und in den zu ihr senkrechten Richtungen (t_α) den Wert t jener Kraft für eine unter dem Winkel φ zu jener Achse geneigte Richtung aus einer Gleichung eines Ellipsoides berechnet. Liebisch

(Nr. 33) erkannte, daß die der Berechnung von H. Bäckström zugrundeliegende Gleichung den wirklichen Verhältnissen nicht entspricht. Er wies nach, daß in einem Stabe aus einem Kristall des hexagonalen oder tetragonalen Systems, dessen Längsrichtung unter dem Winkel ω gegen die Achse der Isotropie geneigt ist, die Beziehung zwischen τ_α, τ_y, τ und ω durch dasselbe Umdrehungsovaloid dargestellt wird, das die Abhängigkeit des unter bestimmten Versuchsbedingungen durch einen elektrischen Strom an den Endflächen des Stabes hervorgerufenen Peltiereffektes von dem Winkel ω angibt. Ferner konnte er dartun, daß unter bestimmten Bedingungen die Abhängigkeit der thermo-elektromotorischen Kraft τ in einem Stabe aus einem homogenen leitenden Kristall des triklinen Systems von den neun thermoelektrischen Konstanten und der Richtung des stärksten Temperaturgefälles geometrisch durch ein Ovaloid dargestellt wird.

Eine Frucht der eingehenden Beschäftigung des Dahingeschiedenen mit allen Gebieten der Kristallphysik stellt die für Mineralogen und Physiker gleich wichtige „Physikalische Kristallographie“ (Nr. 34) dar. Sie war in der Absicht verfaßt, einen Überblick über das gesamte damalige Wissen von der Physik der Kristalle zu geben und damit ersichtlich zu machen, welche Aufgaben noch der Lösung harrten. Zu jener Zeit war die Kristallphysik in eine besonders lebhafte Entwicklung getreten, und es waren neben der früher vorzugsweise gepflegten Kristalloptik auch die anderen Zweige jenes Gebietes in wachsendem Maße erschlossen worden. Namentlich begannen damals die Beziehungen hervorzutreten, die zwischen den in Kristallen stattfindenden physikalischen Vorgängen vorhanden sind, und gerade diese Fragen standen damals im Vordergrunde des Interesses. Einen Vorläufer hatte die „Physikalische Kristallographie“ insofern gehabt, als E. Mallard in seinem „Traité de Cristallographie géométrique et physique“ Paris. Bd. I 1879, Bd. II 1884 versucht hatte, die Ergebnisse der Forschungen auf dem Gebiete der geometrischen und physikalischen Kristallographie zusammenfassend zu behandeln. Nach diesem Werke war die Erforschung der physikalischen Eigenschaften der Kristalle zu einem, jedoch nur scheinbaren Abschluß gekommen. E. Mallard glaubte, ein allgemein gültiges Gesetz der Kristallphysik aufstellen zu können; dieses hätte folgendes besagt: Wenn in einem kristallisierten Körper ein Agens eine physikalische Erscheinung von bestimmter Richtung hervorruft, so ändern sich, falls das Agens bei gleichbleibender Intensität seine Richtung ändert, im allgemeinen und gleichzeitig die Richtung und die Stärke des dadurch bedingten physikalischen Vorganges. Trägt man von einem Punkte aus nach allen Richtungen des Raumes Strecken ab, die der Intensität des in der fraglichen Richtung stattfindenden physikalischen Vorganges proportional sind, so bildet ein Ellipsoid den von den End-

punkten dieser Leitstrahlen bestimmten geometrischen Ort. Da die von E. Mallard angegebene Gesetzmäßigkeit sich in vielen, jedoch nicht in allen Fällen, als zutreffend erweist, so war es damals nicht einfach, zunächst ihre nur beschränkte Gültigkeit zu erkennen und darüber hinaus anzugeben, welches Gesetz hier vorliegt. Beides gelang Liebisch. In der Einleitung zur „Physikalischen Kristallographie" legte er dar, daß in kristallisierten Körpern die Abhängigkeit der Intensität einer Vektorgröße nur bei denjenigen physikalischen Vorgängen durch Ellipsoide (bei regulären Kristallen durch eine Kugel) beschrieben werden kann, bei denen reguläre Körper sich wie homogene amorphe Körper unter dem Einfluß beliebiger physikalischer Agentien verhalten, und daß sie bei allen übrigen Vorgängen durch Flächen höherer Ordnung dargestellt wird.

Der leitende Gesichtspunkt, unter dem die verschiedenen, anscheinend heterogenen Gebiete der Kristallphysik in dem Werke verknüpft wurden, war durch die Anisotropie und Symmetrie der im kristallisierten Zustande befindlichen Körper in folgender Weise gegeben. Da erfahrungsgemäß die Vorgänge des Wachstums und der Auflösung den niedrigsten Grad von Symmetrie aufweisen und hiernach 32 Gruppen kristallisierter Körper zu unterscheiden sind, wurde der Darstellung eine strenge Ableitung jener Gruppen nach dem Vorgange von B. Minnigerode vorausgeschickt. Alsdann folgt, fortschreitend von Symmetriegesetzen höchster zu solchen niedrigster Ordnung, die Schilderung der Vorgänge, die durch gerichtete physikalische Agentien in homogenen Kristallen erzeugt werden. Unter den dargebotenen Gegenständen ist die Kristalloptik am stärksten berücksichtigt; während in ihr die Erscheinungen der Absorption im Anschluß an W. Voigt etwas ausführlicher behandelt wurden, sind die Vorgänge der Dispersion nur kurz besprochen, da die damals über den Gegenstand vorliegenden Theorien wenig befriedigten. In der „Physikalischen Kristallographie" sind nicht nur die Grunderscheinungen des jeweils behandelten Gebietes eingehend beschrieben, sondern auch die Messungsmethoden und eine möglichst vollständige Übersicht der Beobachtungsergebnisse mitgeteilt; denn es kam dem Verfasser darauf an, die Lücken unseres Wissens aufzudecken und damit zu neuen Untersuchungen anzuregen.

Der im Jahre 1896 erschienene „Grundriß der physikalischen Kristallographie" (Nr. 39) ist unter dem Gesichtspunkt verfaßt, Studierenden als Einführung in den Gegenstand zu dienen. In dem besonders durch seine exakte Darstellung ausgezeichneten Buche werden zunächst die 32 Gruppen kristallisierter Körper aus den die Vorgänge des Wachstums und der Auflösung beherrschenden Symmetriegesetzen abgeleitet, wobei namentlich auch die Ätzerscheinungen eingehend berücksichtigt wurden. Dann bespricht der Verfasser die übrigen physikalischen Erscheinungen in Kristallen unter fortgesetzter Betonung der Abhängigkeit zwischen

dem physikalischen Verhalten und der Symmetrie des Wachstums und der Auflösung in der Weise, daß jeweils zuerst die beobachteten Erscheinungen und dann die Theorie des Gegenstandes zur Darbietung kommen. Infolge der Arbeitslast seiner letzten Lebensjahre hat der Verfasser die Vorbereitungen für eine Neuauflage des Werkes nicht mehr abschließen können.

Mit jenem glücklichen kritischen Blick, der ihn den Wert neuer Arbeiten stets schnell und sicher erkennen ließ, hatte Liebisch frühzeitig die Bedeutung erkannt, die der Lehre von den heterogenen Gleichgewichten für die Beurteilung der natürlichen Mineral- und Gesteinsbildung zukommt. Seine im Jahre 1901 gehaltene Festrede „Die Synthese der Mineralien und Gesteine“ (Nr. 42), in der er den Gegenstand kritisch zurückblickend und hoffnungsvoll ausblickend behandelte, gibt zugleich auch die Forschungsrichtung an, der er nunmehr vorzugsweise dienen wollte. Dabei war er sich völlig darüber im klaren, daß es sich bei diesem Unternehmen kaum um die Förderung der bereits weit vorgeschrittenen thermodynamischen Theorie des Gegenstandes handeln konnte. Er wollte vielmehr durch das experimentelle Studium auch solcher Stoffe und Stoffkombinationen, die in der Natur nicht vorkommen, zunächst Beobachtungsmaterial über die Kristallisationsvorgänge und Kristallisationstypen sammeln, um dadurch Gesichtspunkte für die Deutung der Paragenesis und Sukzession der Mineralien zu gewinnen. Weiterhin (Nr. 44) kam es ihm darauf an, durch diese Arbeiten die chemische Kristallographie und die Mineralchemie hinsichtlich der Erkenntnis der Beziehungen zu fördern, die zwischen der chemischen Zusammensetzung von Verbindungen, ihrer Kristallform und ihrer Fähigkeit bestehen, sich im kristallisierten Zustande zu mischen. In seiner ersten Untersuchung auf diesem Gebiete vermochte er zu zeigen, daß nicht nur, wie man bis dahin annahm, rhombisches Antimonsilber, sondern auch reguläre Mischkristalle von Silber und Antimon als Mineralien auftreten, deren Vorkommen in der Natur nach den Ergebnissen der Untersuchung silberreicher Schmelzen aus Antimon und Silber zu erwarten war. Gemeinsam mit E. Korreng gab er im Jahre 1914 (Nr. 50) eine zusammenfassende Beurteilung der unter seiner Leitung in Berlin ausgeführten thermischen und mikroskopischen Analysen von 42 binären Systemen aus Chloriden einwertiger und zweiwertiger Metalle. In dieser Arbeit wurde gezeigt, in welcher Weise die Methoden und die Hilfsmittel der Untersuchung durch jene Unternehmungen gefördert worden sind, welchen Einfluß gewisse unnormal verlaufende Vorgänge bei der Kristallisation aus dem Schmelzfluß auf die Versuchsergebnisse, namentlich auf den mikroskopischen Befund, ausüben können, und welche Bedeutung jene Arbeiten für die anorganische Chemie, vor allem auch in Hinblick auf das periodische System der Elemente, haben. Zwei spätere,

gemeinsam mit E. Vortisch ausgeführte Untersuchungen (Nr. 52, 59) behandeln Kristallisationserscheinungen in ternären Systemen. Sie bilden eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse der Kristallisationsvorgänge in Dreistoffsystemen, in denen entweder die kristallisierten Phasen nur aus den drei Komponenten A, B, C und einer binären Verbindung A_xC_y mit inkongruentem Schmelzpunkt bestehen, oder in denen zu zwei im flüssigen und im kristallisierten Zustande völlig mischbaren Komponenten B und C eine dritte Komponente A tritt, die mit B, C und den Mischkristallen aus B und C nur im flüssigen, dagegen nicht im kristallisierten Zustande mischfähig ist.

Weitere Arbeiten betrafen verschiedene Gebiete. Im Jahre 1898 war für die Beurteilung der beim Verglimmen pyrognomischer Mineralien stattfindenden Vorgänge durch W. Ramsay und M. W. Travers ein scheinbar neuer Gesichtspunkt gefunden worden. Beide Gelehrte glaubten annehmen zu müssen, daß im Fergusonit Helium als Bestandteil einer chemischen Verbindung vorhanden sei, und daß diese beim Verglimmen des Minerals unter starker Wärmeabgabe zerfalle. Liebisch vermochte jedoch darzutun (Nr. 46), daß es sich beim Verglühen pyrognomischer Mineralien keineswegs um den mit starker positiver Wärmetönung stattfindenden Zerfall einer Heliumverbindung handelt, sondern daß sich das Mineral bei diesem auffälligen Vorgange aus dem nach Beendigung seiner primären Ausscheidung, also nachträglich angenommen, amorphen Zustande in den kristallisierten Zustand zurückbildet.

Eine im Jahre 1911 veröffentlichte Arbeit (Nr. 47) betraf die Beziehung, die zwischen dem inneren Bau und den elektrischen Eigenschaften bei gewissen Zinnerzen besteht. Hierbei gelang vor allem der Nachweis, daß die Verschiedenheiten im Verhalten kristallographisch ungleichartig orientierter Kristallflächen, die bei der Verwendung von Zinnerzkristallen als Wellenanzeiger in der Wellentelegraphie in die Erscheinung treten, nicht durch die Lage jener Flächen bedingt sind. Sie kommen vielmehr dadurch zustande, daß die Kristalle aus Schichten mit verschiedenem physikalischen und chemischen Verhalten bestehen.

Die im Jahre 1912 abgeschlossenen Untersuchungen über die Fluoreszenzerscheinungen an Mineralien der Sodalith- und Willemitgruppe (Nr. 48) müssen vor allem als eine Bereicherung der petrographischen Untersuchungsmethoden gewertet werden, da die geschilderten Verfahren sich in vielen Fällen zur Ausführung einer Fluoreszenzanalyse von Mineralgemengen eignen, an denen Glieder jener Mineralgruppe beteiligt sind.

Von den zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten, die unter der Leitung von Liebisch ausgeführt worden sind, stellen nur wenige reine Beschreibungen von Mineralien und Gesteinen dar; auch ist unter ihnen die Zahl der kristallographischen Veröffentlichungen gering, in denen lediglich Zahlenergebnisse von Messungen mit-

geteilt werden. Die meisten der unter seiner Führung entstandenen Arbeiten gehören vielmehr der Kristallphysik, insbesondere der Kristalloptik, und der physikalisch-chemischen Mineralogie an. Diese auch zeitliche Übereinstimmung zwischen der Forschungsarbeit des Lehrers und der Schüler läßt erkennen, in welch hohem Maße Liebisch es verstand, das Interesse seiner Schüler stets auf diejenigen Gebiete zu lenken, die ihn selbst fesselten. Die Tatsache, daß bei einer nicht geringen Anzahl dieser Untersuchungen an die Arbeitsfreudigkeit und an die geistigen Fähigkeiten der sie Ausführenden hohe Ansprüche gestellt werden mußten, beweist ferner, daß es ihm auch gegeben war, seiner Wissenschaft fähige und arbeitsame Jünger zu gewinnen.

Nur seine ungewöhnliche Arbeitskraft und sein ohne jede Rücksicht auf die Gesundheit betätigter Arbeitswillen ermöglichten es dem Verblichenen, neben seinem Wirken als Forscher, Lehrer und Institutsdirektor nicht nur selbst wissenschaftliche Arbeiten mit bekannter Meisterschaft zu referieren (Nr. 61), sondern vor allem in den Jahren 1885—1921 das „Neue Jahrbuch für Mineralogie“ etc. (Nr. 62) und später auch das mit diesem verbundene „Centralblatt“ (Nr. 63) gemeinsam mit anderen Gelehrten herauszugeben. Was er in der Redaktion beider Zeitschriften geleistet hat, kann ihm nicht genug gedankt werden; es geht aus den herzlichen Abschiedsworten hervor, die J. Pompeckj dem dahingeschiedenen Mitarbeiter und Freunde am Grabe widmete.

III.

Während Liebisch an sich selbst die höchsten Ansprüche stellte, zeichnete sich seine gesamte Lebensführung durch besondere Anspruchslosigkeit und fast übermäßige Bescheidenheit aus. Namentlich ließ er sich, solange sein körperlicher Zustand es nicht unabweislich forderte, keine Zeit zur Ausspannung. Der Mann, der bis zu seinem fünfzigsten Lebensjahre seine Ferien kaum je zur Erholung benutzen konnte, gönnte sich auch im Semester keine Muße. Weit vor der angesetzten Zeit erschien er am Morgen im Institut, um es nach einer kurzen Mittagspause erst am Abend zu verlassen und dann noch zu Hause zu arbeiten. Auch die Feiertage gehörten größtenteils seinen Berufspflichten, und wer an einem solchen Tage ins Institut kam, mußte immer damit rechnen, hier den Institutsdirektor in emsiger Arbeit anzutreffen. Diese rastlose Tätigkeit war ebenso getragen von der Liebe zur Wissenschaft und zum Lehrberufe wie von eiserner Willenskraft, hochentwickeltem Pflichtbewußtsein und vorbildlicher Pflichttreue des ausgezeichneten Mannes. Wenn er auch mit seinem Denken und Fühlen in einer Welt für sich lebte, und wenn es auch schien, als ob seine Familie allzusehr hinter seinem Berufe zurückträte, so trügte der Schein. Th. Liebisch war ein stets pflichtgetreu sorgender Gatte und Vater,

der die opferwillige Liebe, die ihm von allen seinen Angehörigen, besonders von seiner Gattin, im schweren Lebenskampfe entgegengebracht wurde, dankbar erwiderte, und der, wenn es das Wohl der Seinen forderte, keine Mühe und kein Opfer scheute. Dankbarkeit und Güte waren die Hauptgrundzüge seines Wesens; ebenso zeichnete ihn eine stete Hilfsbereitschaft aus. Deshalb wandte sich keiner, dem er helfen konnte, vergebens an ihn. Dies galt besonders von seinen Schülern, deren Entwicklung er auch noch im späteren Leben durch Ermunterung und Ermahnung, durch Rat und Tat zu fördern suchte, und deren leibliches Wohl gleichfalls Gegenstand seiner Fürsorge war. Liebisch ist niemals ein einseitiger Fachgelehrter gewesen; der stille und ernste Mann überraschte nicht selten durch die Fülle tiefer Gedanken und durch reiches und wohlbegründetes Wissen über Dinge, die seinem Forschungsgebiet völlig fern lagen. Wenn er auch die Geselligkeit entbehren konnte, so war er doch ein geistreicher Plauderer von feinem Humor, und er gab in seinen Gesprächen meist mehr als er empfing.

Das Glück, nach seinem harten und arbeitsreichen Wirken einen ruhigen Lebensabend genießen zu dürfen, ist Th. Liebisch nicht beschieden gewesen. Die lange Kriegszeit mit ihren schweren Sorgen um das Schicksal des heißgeliebten Vaterlandes und das Wohl seiner Angehörigen und Freunde, der unglückliche Ausgang des Krieges, der den ehemaligen Kriegsfreiwilligen von 1870/71 an der Daseinsberechtigung seines Volkes fast verzweifeln ließ, drückten ihn nieder. Schmerz und Unwille erfüllten ihn, als er im Jahre 1921 das geliebte Amt infolge von „Zwangspensionierung“ niederlegen mußte. Die Hoffnung, nunmehr im Ruhestande das wenigstens noch eine Zeitlang genießen zu dürfen, was er an Schonung für seinen Körper und an Genuß der freien Natur bisher hatte entbehren müssen, sollte sich nicht erfüllen. Eine tückische Krankheit, die ihn an das Zimmer fesselte und deren unabänderlichen Verlauf er mit der ihm eigenen Klarheit frühzeitig und richtig erkannt hatte, bereiteten ihm herbe Qualen, die er, bis zuletzt um das Wohl der Seinen und seiner Freunde liebevoll besorgt, ergeben und standhaft ertrug. Am 9. Februar 1922 setzte ein sanfter Tod dem Leiden des stillen Dulders ein Ende. Auf dem Heilands-Friedhof in Berlin-Plötzensee hat Th. Liebisch seine letzte Ruhestätte gefunden. Hier zeigt ein einfacher Stein den Ort an, an dem ein großer Meister seiner Wissenschaft zum letzten Schlaf gebettet wurde.

Verzeichnis der von Th. Liebisch verfaßten Schriften.

1874. 1. Über die in Form von Diluvialgeschieben in Schlesien vorkommenden massigen nordischen Gesteine. Inaug.-Diss. Breslau. 40 p. Sonderabdruck aus einer von der Philosophischen Fakultät der Universität zu Breslau gekrönten Preisschrift. Breslau. Verlag von W. Köbner. 1874.

1874. 2. Über das Gestein vom Schäferberg bei Gottesberg in Schlesien. 52. Jahresber. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur (für das Jahr 1874). Sitzung vom 2. Dezember 1874 (31—32). Breslau 1875.
1877. 3. Über den Zusammenhang der geometrischen Gesetze der Kristallographie. Zs. D. geol. Ges. **29**. 515—533. 1877.
4. Über die Symmetrie der Kristallzwillinge und über äquivalente Zwillingsachsen. Ebenda. **29**. 625—628. 1877.
5. Mineralogisch-petrographische Mitteilungen aus dem Berliner mineralogischen Museum. Ebenda. **29**. 710—734. 1877.
6. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Kristallographie. I. Zs. Krist. **1**. 132—154. 1877.
1878. 7. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Kristallographie. II. Ebenda. **2**. 74—90. 1878.
8. Gold und Silber. Breslau. 15 p. Als Manuskript gedruckt. 1878.
1879. 9. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Kristallographie. III. Zs. Krist. **3**. 25—41. 1879.
10. Zur Lehre von den Kristallzwillingen. Ebenda. **4**. 201—203. 1880.
11. Über eine Verbindung des Reflexionsgoniometers von R. Fuess mit dem Totalreflektometer von F. Kohlrausch. SitzBer. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin. Jahrg. 1879. Sitzung v. 16. Dez. 1879 (159—161).
1880. 12. Die kristalloptischen Apparate. In „Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879". Berlin. 320—356. 1880.
13. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Kristallographie. IV. Zs. Krist. **4**. 263—272. 1880.
1881. 14. „Kristallographie." Neues Handwörterbuch der Chemie, bearbeitet und herausgegeben von H. v. Fehling. Bd. III. 1160—1206. Braunschweig 1878/81.
15. Geometrische Kristallographie. XII + 464 p., 493 Holzschnitte. Leipzig 1881.
16. Über die Mineralien von Kaltenstein bei Friedeberg in Österreich-Schlesien. 59. Jahresber. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur (für das Jahr 1881). Sitzung vom 23. Oktober 1881. Breslau 1882. 270.
17. Über Kaolin aus dem Steinkohlengebirge von Neurode. Ebenda. p. 271.
1882. 18. Ableitung einer Formel, welche zur Korrektion von Stauroskopmessungen dient. Zs. Krist. **7**. 304—305. 1882.
1883. 19. Über eine Methode zur Bestimmung der Hauptbrechungsindizes rhombischer Kristalle. Ebenda. **7**. 433—437. 1883.
1884. 20. Neuere Apparate für die Wollaston'sche Methode zur Bestimmung von Lichtbrechungsverhältnissen. I. Zs. Instrkde. **4**. 185—188. 1884.
1885. 21. Neuere Apparate für die Wollaston'sche Methode zur Bestimmung von Lichtbrechungsverhältnissen. II. Das Fuess'sche Totalreflektometer. Modell II. Ebenda. **5**. 13—14. 1885.
22. Über eine Goniometervorrichtung, welche zur Messung zersetzbarer Kristalle dient. N. Jahrb. f. Min. etc. 1885. I. 76—77.
23. Neuere Apparate zum Messen des Winkels der optischen Achsen. Ebenda. 1885. I. 175—183.
24. Über die Totalreflexion an optisch einachsigen Kristallen. Ebenda. 1885. I. 245—253.

1885. 25. Über die Totalreflexion an doppeltbrechenden Kristallen. Ebenda. 1885. II. 181—211.
1886. 26. Über die Bestimmung der Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Kristalle durch Prismenbeobachtungen. Ebenda. 1886. I. 14—34.
27. Über die Bestimmung der optischen Achsen durch Beobachtung der Schwingungsrichtungen ebener Wellen. Ebenda. 1886. I. 155—162.
28. Über die Totalreflexion an doppeltbrechenden Kristallen. (Zweite Mitteilung.) Ebenda. 1886. II. 47—66.
1888. 29. Über eine besondere Art von homogenen Deformationen kristallisierter Körper. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. 435—448. 1887. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. VI. 105—120. 1889.
30. Über eine Vorrichtung zur Beobachtung der äußeren konischen Refraktion unter dem Mikroskope. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. 124—127. 1888.
31. Über das Minimum der Ablenkung durch Prismen optisch zweiachsiger Kristalle. Ebenda. 197—201. 1888.
32. Über Absorptionsbüschel pleochroitischer Kristalle. Ebenda. 202—210. 1888.
1889. 33. Über thermoelektrische Ströme in Kristallen. Ebenda. 531—535. 1889. Ann. Phys. (N. F.) **39**. 390—394. 1889.
1890. 34 Physikalische Kristallographie. VIII + 614 p., 298 Fig., 9 Taf. Leipzig 1891.
1893. 35. Über die Spektralanalyse der Interferenzfarben optisch zweiachsiger Kristalle. I. Nachr. Ges. Wiss. 265—267. 1893.
36. Mineralogie und Kristallographie. In: „W. Lexis, Die deutschen Universitäten." II. 54—65. Berlin 1893.
37. Justus Roth. Nekrolog. N. Jahrb. f. Min. etc. 1893. II. p. 1—20 am Schlusse des Bandes.
1895. 38. Über Dichte und Kristallform racemischer Verbindungen und ihrer Komponenten. Ann. d. Chem. **286**. 139—143. 1895.
1896. 39. Grundriß der physikalischen Kristallographie. VIII + 506 p., 898 Fig. Leipzig 1896.
1899. 40. Verzeichnis und Beschreibung einer Sammlung von 58 Glas-Kristallmodellen mit eingezogenen Symmetrieachsen zur Erläuterung der Symmetrieeigenschaften der 32 Gruppen kristallisierter Körper. 14 p. Bonn bei Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralienkontor. 1899.
1900. 41. Über das Minimum der Ablenkung durch Prismen optisch zweiachsiger Kristalle. N. Jahrb. f. Min. etc. 1900. I. 57—62.
1901. 42. Die Synthese der Mineralien und Gesteine. Festrede im Namen der Georg-Augusts-Universität zur Akademischen Preisverteilung am 5. Juni 1901, gehalten von Th. Liebisch. 22 p. Göttingen 1901.
1906. 43. Das kristallographische Grundgesetz und seine Anwendung auf die Beschreibung und Zeichnung der Kristalle. Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen. Bd. V, 7. Kristallographie von Th. Liebisch, A. Schönfliess und O. Mügge. 395—437. Leipzig 1906.
1909. 44. Antrittsrede. SitzBer. Preuß. Akad. d. Wiss. 1909. 864—867.
45. Über Silberantimonide. Ebenda. 1909. 365—370.

1910. 46. Über die Rückbildung des kristallisierten Zustandes aus dem amorphen Zustande beim Erhitzen pyrognomischer Mineralien. Ebenda. 1910. 350—364.

1911. 47. Über den Schichtenbau und die elektrischen Eigenschaften des Zinnerzes. Ebenda. 1911. 414—422.

1912. 48. Über die Fluoreszenz der Sodalith- und Willemitgruppe im ultravioletten Licht. Ebenda. 1912. 229—240.

1913. 49. Über die optischen Eigenschaften der durch die Absorption von α-Strahlen erzeugten pleochroitischen Höfe. Ebenda. 1913. 247.

1914. 50. Kristallisationsvorgänge in binären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen. (Mit Dr. E. Korreng.) Ebenda. 1914. 192—212.

51. Adresse an Herrn J. Strüver zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 19. August 1914. Ebenda. 961—963.

1915. 52. Kristallisationsvorgänge in ternären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen. I. Ebenda. 1915. 160—176. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **99**. 50—66. 1917.

1916. 53. Optische Beobachtungen am Quarz. SitzBer. Preuß. Akad. d. Wiss. 1916. 870—883.

1917. 54. Die Interferenzfarben des Quarzes im polarisierten Licht. I. Ebenda. 1917. 3—22. (Mit A. Wenzel.)

55. Die Interferenzfarben des Quarzes und des Natriumchlorats im polarisierten Licht. II. (Mit A. Wenzel.) Ebenda. 1917. 777—807.

1918. 56. Über Kristalle mit optischem Drehungsvermögen. Ebenda. 1918. 821—838.

1919. 57. Über die optischen Eigenschaften einiger Kristalle im langwelligen ultraroten Spektrum. (Mit H. Rubens.) Erste Mitteilung. Ebenda. 1919. 198—219.

58. Über die optischen Eigenschaften einiger Kristalle im langwelligen ultraroten Spektrum. (Mit H. Rubens.) Zweite Mitteilung. Ebenda. 1919. 876—900.

1920. 59. Kristallisationsvorgänge in ternären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen. II. (Mit Dr. Erh. Vortisch.) Ebenda. 1920. 426—442.

1921. 60. Über die optischen Eigenschaften einiger Kristalle im langwelligen ultraroten Spektrum. (Mit H. Rubens.) Dritte Mitteilung. Ebenda. 1921. 211—220.

61. Referate: Neues Jahrbuch für Mineralogie etc.
Zeitschrift für Kristallographie etc.
Fortschritte der Physik.

62. Redaktion des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie etc.:
Mit M. Bauer und W. Dames. 1885—1898. Beil.-Bd. **3—11**.
Mit M. Bauer und F. Koken. 1899—1912. Beil.-Bd. **12—34**.
Mit M. Bauer und F. Frech. 1913—1917. Beil.-Bd. **35—41**.
Mit R. Brauns u. J. F. Pompeckj. 1918—1920. Beil.-Bd. **42—44**.
Mit R. Brauns, E. Hennig und J. F. Pompeckj. Ende 1920 bis zum 1. Juli 1921.

63. Redaktion des Centralblattes für Mineralogie etc. Mitwirkung seit 1900 bis zum 1. Juli 1921.

Karl Schulz.

Bemerkungen zum Nördlinger Riesproblem.

Von **L. Krumbeck** in Erlangen.

In dieser Zeitschrift [1] hat W. Kranz es vor kurzem unternommen, seine fesselnde Theorie von der Bildung des Nördlinger Rieses, deren Vorzug es ist, die schwerverständliche Hypothese von einem Riesberg durch die leichter faßliche Vorstellung einer gewaltigen Wasserstoffexplosion ersetzt zu haben, durch Beobachtungen zu stützen, die unlängst von anderer Seite im Riese selbst oder in seiner Umgebung gemacht wurden. Gerade weil ich zu denen gehöre, welche seiner Theorie sympathisch gegenüberstehen, würde ich es bedauern, wenn Kranz dafür Dinge in Anspruch nähme, die unmittelbar nichts damit zu tun haben. Dahin wäre nach meiner Meinung, falls Kranz darauf bestände, sein Versuch zu rechnen, ortsfremde Malmvorkommen im Vorlande des Gunzenhausener Hahnenkamms, die ich vor nicht langer Zeit [2] als Denudationsreste von geologisch alten, ursächlich und zeitlich vielleicht mit der Riesbildung verknüpften Bergschlipfen gedeutet hatte, als dem Ries entstammende Sprengmassen zu erklären.

Zunächst scheint es mir nicht empfehlenswert, wenn Kranz l. c. p. 33 ff. von den drei auf Blatt Ansbach der Gümbel'schen Karte dargestellten Malmvorkommen nur das eine, von mir näher untersuchte Vorkommen ins Auge faßt, das die Kuppe des aus *Opalinum*-Schichten aufgebauten Eiselberges krönt. Denn gerade weil ich am Eiselberg die Gümbel'sche Angabe im wesentlichen bestätigt fand, dürfen nach aller Wahrscheinlichkeit auch die Malmvorkommen auf dem Türtelberg, wo nach Gümbel gleichfalls der unterste Dogger, und bei Auhausen, wo unterer Lias von Malm bedeckt sind, als hinreichend beglaubigt gelten. Für den Türtelberg bestätigte mir übrigens diese Folgerung im vorigen Jahre ein urteilsfähiger Bekannter, der dort Malmgesteine in größerer Verbreitung auf den *Opalinum*-Schichten angetroffen hat. Danach erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, daß auch diese Kuppen auf der denudierten Oberfläche viel älterer Schichten diskordant und in zerrüttetem Verbande Malmgesteine tragen und ferner, daß die Herkunft dieser drei ortsfremden Massen auf die gleiche Ursache zurückgeht.

Welches mag diese sein? Ich habe l. c. p. 139 ff. darauf hingewiesen, daß am Eiselberg (504 m), wo sich die ortsfremde Masse in der Hauptsache aus Gesteinen des Malms, aber auch aus dem Materiale mehrerer Doggerhorizonte bis zum Doggersandstein (β) hinab zusammensetzt, nicht nur die Aufeinanderfolge von Malm und Dogger, sondern auch der ursprüngliche Verband der vorhandenen Glieder des unteren Malms und seine Überlagerung durch Albüberdeckung im allgemeinen gewahrt blieb und weiter, daß

[1] Jahrg. 1920. No. 19/20. p. 330 ff.

[2] Sitz.-Ber. phys.-med. Soc. Erlangen 1916. 48. p. 131 ff.

unter den — soweit erkennbar — regellos gelagerten Gesteinen des Doggers die massenhaft *Terebratula rentricosa* v. Ziet. sp. führende Kalksteinbank der *Humphriesianum*-Zone in fazieller Hinsicht vollkommen mit der mir gut bekannten Ausbildung am nahen Hesselberg übereinstimmt. Da außerdem der größere Teil der ortsfremden Masse am Westhange des Eiselberges auftritt, gelangte ich zu dem Ergebnis, daß sie aus der Nähe stammen und offenbar aus östlicher Richtung hier angeschüttet sein müsse. Als Herkunftsort kam unter diesen Umständen nur der Hahnenkamm (645 m), ein spornartiger Vorsprung der Frankenalb, in Betracht, der vor langem zweifellos mit dem Hesselberg zusammenhing und später — durch Denudation von diesem entfernt und in südöstlicher Richtung zurückgedrängt — mit seiner Stirn die Gegend des heutigen Eiselbergs erreicht hatte, als ein Bergschlipf Teile seines oberen Stockwerks auf sein damaliges Vorland verfrachtete und auf *Opalinum*-Schichten zur Ablagerung brachte. Hier ist die Schlipfmasse während des geologisch langen Zeitraumes, in welchem die Stirn des Hahnenkamms später um etwa 5 km nach Südosten zurückwich, infolge der größeren Härte ihrer aus Kalksteinen des Malms zusammengesetzten Dachschicht und gleichzeitiger starker Abtragung der weichen *Opalinum*- und Liasgesteine des Vorlandes in dem Maße wie diese ringsum entfernt wurden verhältnismäßig zu immer größerer Höhe emporgestiegen, so daß sie heute einen stattlichen Hügel bedeckt.

Bei den anderen, in bezug auf Lagerung und Oberflächenbeschaffenheit wahrscheinlich entsprechenden Vorkommen liegen die Verhältnisse so, daß auf den vom heutigen Hahnenkamm etwa 5 km entfernten Türtelberg (509 m) noch der eine Decke aus Oxfordkalkstein tragende Kohlhofer Restberg (632 m), auf die ungefähr 8 km entfernte Auhausener Kuppe noch die spornartige Restplatte des Hohentrüdinger Berges (596 m) hinzielen.

Wenn Kranz dieser meiner Vorstellung keine Wahrscheinlichkeit zubilligen will, indem er zweifelnd von verschiedenen ihr zu Grunde liegenden Hypothesen spricht, so vermag ich ihm darin nicht zu folgen. Vielmehr bin ich der Meinung, die von mir unmittelbar oder mittelbar festgestellten Tatsachen nach Maßgabe geologischen Denkens ursächlich verknüpft und daraus den einzig möglichen Schluß gezogen zu haben. Im folgenden werde ich zu prüfen suchen, was nach Kranz an die Stelle meiner Auffassung treten soll.

Nach der Ansicht von Kranz wurde das Malm-Dogger-Vorkommen auf dem Eiselberg bei der Heraussprengung des Rieskessels durch eine gewaltige Wassergasexplosion aus etwa südlicher Richtung auf einen Abstand von rund 10 km als riesiges Sprengstück durch die Luft dorthin verfrachtet. Was mir daran auffällt, ist der Umstand, daß unter dieser Voraussetzung die Entfernung von 10 km bedeutend zu niedrig gegriffen ist. Soll eine solche, wohl beispiellose Wirkung theoretisch erzielt werden, so kann sie

nach meiner Meinung vom sprengtechnischen wie ballistischen Standpunkt aus nur von dem Mittelfelde des Trichters ausgehen, wo die Gewalt der Sprengung natürlich am stärksten wäre und verhältnismäßig am ehesten Abschußwinkel und Anfangsgeschwindigkeiten von solcher Größe erzielt würden, um bei Körpern von derartigem Umfang und derartig unregelmäßiger Gestalt eine solch gewaltige Wirkung hervorzurufen. In Wirklichkeit würde es sich also um eine Sprengweite von etwa 17—18 km handeln.

Wie sucht nun Kranz die von mir beschriebenen Lagerungsverhältnisse mit seiner Vorstellung zu vereinigen? Nach Kranz l. c. p. 334 ständen Form und Einzelheiten der von mir kurz geschilderten Lagerung mit seiner Ansicht im besten Einklang, ferner auch der Umstand, daß der Malm noch oben, der Dogger unten lagert, „wiewohl es auch umgekehrt sein könnte"; ebenso die Zerrüttung des Doggers, weil dieser den Aufprall auszuhalten hatte.

Dagegen muß ich folgendes einwenden. Wie ich a. a. O. gesagt habe, macht das Vorkommen auf dem Eiselberg wegen seiner vorwiegenden Lagerung auf dem Westhang der Kuppe den Eindruck einer etwa aus Osten angeschütteten Masse. Nach Kranz müßte es aber, weil aus Süden gekommen, vorwiegend am Nordhange liegen. Ob die Tatsache, daß sich die Malmgesteine noch oben, die des Doggers unten befinden, in ernsthafter Weise zugunsten des in Rede stehenden Lufttransportes zu deuten ist, überläßt man, glaube ich, am besten der Phantasie des Lesers. Die stärkere Zerrüttung, geringe Mächtigkeit und anscheinend lückenhafte Zusammensetzung des Doggers erklärt sich m. E. zwanglos dadurch, daß im Tafelgebirge bei Schlipfen in der Regel mehr oder minder geschlossene Teile der hangenden festen Gesteinsplatte unter dem Druck ihrer Masse anstehende Teile tieferer Horizonte samt dem Gehängeschutt vor sich herschieben und schließlich auf diesen zur Ablagerung kommen.

Wie steht es sodann mit der von Kranz angenommenen Geschoßnatur unserer Vorkommen? Zunächst erkenne ich gern an, daß Kranz, wie er m. E. zutreffend einen großen Teil der vergriesten Vorkommen in und im Umkreise des Ries als Sprengstücke auffaßt — die nach Kranz stark vergrieste Lauchheimer Breccie lasse ich, weil mir unbekannt, absichtlich beiseite —, so auch mit Recht auf den Gedanken gekommen ist, ob es nicht mit dem Eiselberg-Vorkommen dieselbe Bewandtnis habe. Allein bei diesem Vorkommen und wahrscheinlich auch bei den anderen liegen die Verhältnisse doch wesentlich anders, nicht nur wegen ihrer größeren Entfernung, sondern weil zu der großen Schußweite von 16—18 km eine Größe der geschleuderten Masse käme, die — sogar noch heute — am Eiselberg im Durchmesser etwa 300 m, am Türtelberg sogar ungefähr 700 m beträgt. Aber selbst wenn man annähme, eine solche Beförderung sei einmal mechanisch möglich, ferner sie könne erfolgen, ohne daß die Kalksteine, Mergelkalke

und Mergelschiefer des Malms unter der geradezu beispiellosen Wucht einer solchen Explosion von vornherein vollständig zerrissen werden — so sollte man wenigstens erwarten, daß sie in noch viel höherem Grade als das vergrieste Material im Ries und Vorries durch den furchtbaren Aufschlag zertrümmert wurden. Davon habe ich jedoch, wie gesagt, weder an den spröden Splitterkalksteinen und den pseudoolithischen Mergelkalken des unteren Malms noch an den Kalksandsteinen und Mergelkalken des Doggers eine Spur bemerkt. Auch die von mir gesammelten Proben lassen davon nicht das Geringste erkennen. Ich bin zwar bereit, eine kleine Masse von vergriestem Malmkalkstein, die ich zu meinem Erstaunen im Jahre 1908 am Südhange des Hesselbergs auf der breiten Doggerterrasse antraf, als ein Geschoß aus dem Ries zu betrachten. Solange jedoch Kranz seine Meinung über die Herkunft der ortsfremden Vorkommen im Vorlande des Hahnenkamms nicht einleuchtender als bisher begründet, kann ich sein Ergebnis — Bergschlipf oder Riessprengung mit Bevorzugung der Sprengung — nicht annehmen, halte vielmehr meine auf Untersuchung an Ort und Stelle fußende Ansicht für die richtige.

Im übrigen entspricht die Vermutung von Kranz, ich hätte bei meinen Beobachtungen kaum mit der Möglichkeit einer Herkunft aus dem Ries gerechnet, nicht ganz den Tatsachen. Als ich im April 1915 in einer Unterhaltung mit dem geologischen interessierten Bürgermeister von Wassertrüdingen u. a. die Absicht aussprach, das auffallende Malmvorkommen am Eiselberg aufzusuchen, teilte er mir mit, ein Geologe habe ihm erzählt, diese Scholle sei aus dem Ries dorthin geflogen. Für diese Meinung habe ich jedoch wenige Tage später am Eiselberge nicht den geringsten Anhalt gefunden und sie deshalb in meinem Aufsatz aus dem Spiele gelassen. Jetzt sehe ich allerdings ein, daß es richtiger gewesen wäre, die Schlendervorstellung schon damals abzulehnen.

Da diese von mir im Mai 1921 für das Centralblatt für Min. etc. eingesandten Bemerkungen bis Mitte Mai 1922 noch ungedruckt geblieben sind, benutze ich die Gelegenheit, sie durch folgenden, im September 1921 niedergeschriebenen Zusatz zu ergänzen.

Notiz über die Lagerungsverhältnisse auf der Kuppe östl. Auhausen.

Aus dem Hand- und Lesestückmaterial, das Herr Prof. Kreuter (Nürnberg) auf der Kuppe im August 1921 gesammelt und mir nebst schriftlich festgelegten Beobachtungen mit nie versagender Freundlichkeit zur Verfügung gestellt hat, entnehme ich in Bestätigung der Darstellung auf Blatt Ansbach der 100000teiligen geognostischen Übersichtskarte von Bayern, daß dort ungleichförmig auf mittlerem und unterem Lias, die durch Lesematerial von etwas Quarz führendem γ-Kalkstein und von Arieten-Kalksandstein vertreten sind, ein ziemlich mächtiger Stoß von Malmkalkstein lagert.

Dieser scheint sich vorzugsweise aus hellgelblichgrauem, muschlig brechendem Kalkstein zusammenzusetzen, den ich auch wegen des Einschlusses von *Oppelia* cfr. *Wenzeli* Oppel sp. für oberen Werkkalk (ob. β) halten muß. Daneben gibt es ähnliche, mehr hellgraue bis hellgraubraune Kalksteine, die zu unter-β oder α gehören mögen.

Was die Lagerung dieser Schichten betrifft, so fallen sie zwar stark gegen Südwest ein, machen auch sonst einen ziemlich gestörten Eindruck, haben jedoch Verband und lithologische Beschaffenheit derart gut bewahrt, das sie in 2 Brüchen abgebaut wurden oder es noch werden. Von innerer Zertrümmerung des Gesteins ist bei dem „anstehend" gewonnenen Material und der Mehrzahl der Lesestücke nichts zu bemerken. Eine Ausnahme davon machen wenige Stücke von brecciösem, innen schwarzbraun beschlagenem Kalkstein, von denen eins von Hornstein durchwachsen ist. Sie scheinen sämtlich einem, und zwar jüngeren Horizont zu entstammen als die geschlossenen Verbände und das von diesen herrührende Lesematerial. Ferner hat sich im Einklang mit dem auf der Gümbelschen Karte eingezeichneten Vorkommen von obermiocänem Süßwasserkalkstein ein Lesestück von pisolithischem Kalkstein gefunden.

Im ganzen betrachtet handelt es sich bei Auhausen nach aller Wahrscheinlichkeit um die gleiche Erscheinung wie am Eiselberg und Türtelberg: Oberer Jura lagert diskordant auf ziemlich alter Landoberfläche, die bei Auhausen schon über mittleren und unteren Lias hinwegging. Nur fehlt hier im Vergleich mit dem Eiselberg jede Spur des Doggers. Dagegen ist der Malm mächtiger als am Eisel- und wahrscheinlich auch am Türtelberg erhalten, befindet sich noch besser im Verbande, als ich es vom Eiselberge beschrieben habe, und läßt wie hier nicht das geringste Trümmergefüge erkennen.

Als Ursache für diese Art von Vorkommen und Lagerung kann m. E. nach dem oben Gesagten nur ein geologisch ziemlich alter Bergrutsch oder -schlipf in Frage kommen, der von der damaligen Juraplatte große Malmschollen auf das Vorland verfrachtet hat, das hier, im Bereich des Urwörnitztales, bereits bis auf den unteren Lias abgetragen war. Nur so läßt sich nach meiner Meinung eine befriedigende Erklärung für die Tatsache gewinnen, daß einerseits untere und mittlere Liasschichten ungleichförmig von gestörtem und im großen auch ziemlich zerrüttetem Malm überlagert sind, während anderseits diese Malmscholle verhältnismäßig groß und mächtig und in ihrem Gefüge verhältnismäßig wenig betroffen ist.

Eine Frage für sich dürfte es sein, ob die brecciösen Lesestücke ihre Zertrümmerung dem Bergschlipf verdanken oder der Riessprengung. Berücksichtigt man ihre von der des „anstehenden" Malms vollständig abweichende Erhaltung, so scheint mir manches für ihre Deutung als Riesgeschoße zu sprechen, die vielleicht auf die abgerutschte Malmscholle zu liegen kamen und dadurch möglicherweise vor Abtragung bewahrt geblieben sind.

Die Lagerungsverhältnisse am Nordwestrand des Münchberger Gneises.

Von **Wilhelm Ahrens.**

Die eigenartigen Lagerungsverhältnisse am Nordwest- und Südostrand des Münchberger Gneisgebiets, die Überlagerung des Paläozoicums durch die kristallinen Schiefer hat die Geologen schon seit langem beschäftigt. Bereits Goldfuss und Bischof fiel es auf, daß die paläozoischen Schiefer „oft schon stundenweit von Norden her" regelmäßig unter den Gneis einfallen und Gümbel und Naumann haben sich vor etwa 60 Jahren lebhaft über die Deutung dieser Überlagerung gestritten. Naumann hielt den Gneis für eruptiv und die jetzige Grenzlinie Gneis—Schiefergebirge für den ursprünglichen Eruptivkontakt, während Gümbel eine Überschiebung aus dem Untergrunde annahm. Lepsius suchte in seiner „Geologie von Deutschland" zwischen beiden zu vermitteln. Neuerdings sind Dülll[1] und vor allem Kohler[2] wieder für die eruptive Deutung der Grenzlinie eingetreten, während Franz E. Suess[3] die kristallinen Gesteine als ortsfremde Deckscholle ansieht. Nun ist im Jahre 1920 und 1921 durch den Bau einer Bahn, die von Selbitz über Schauenstein nach Helmbrechts führt, den Gneis also etwa in der Mitte des Nordwestrandes schneidet[4], eine Reihe vorzüglicher Aufschlüsse geschaffen worden, die die Art der Überlagerung des Schiefergebirges durch den Gneis und die Lagerungsverhältnisse des unmittelbaren Vorlandes des kristallinen Gebiets mit Sicherheit erkennen lassen, so daß damit der Streit, wenigstens für den Nordwestrand, entschieden werden kann.

Das Münchberger Kristallin tritt fast nur mit dem von Gümbel[5] so bezeichneten „Gneis im allgemeinen", also einem meist flaserigen Glimmergneis mit stark zurücktretendem Quarz an die Grenzlinie heran. Sehr häufig ist er als Augengneis ausgebildet, und zwar nicht nur in den bei Gümbel angegebenen Grenzen, sondern bis in den äußersten Osten hinauf, wenn auch hier die Augen dem Gneis nicht so regelmäßig eingestreut und meistens auch kleiner sind. An zwei Stellen findet sich in dem näher untersuchten Gebiet (von Köditz bis Alt-Suttenbach) unmittelbar an der Grenzlinie

[1] Düll, Die Eklogite des Münchberger Gneisgebiets. Geogn. Jahresh. 1902. p. 65.

[2] Kohler, Über den geologischen Aufbau der Münchberger Gneisinsel. Ebenda. 1914. p. 27.

[3] F. E. Suess, Vorläufige Mitteilung über die Münchberger Deckscholle. Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften. Wien. Akad. Anz. XIV. 1913.

[4] Man vgl. am besten die „Geogn. Karte des Fichtelgebirges und Frankenwaldes, Bl. Münchberg" von Gümbel.

[5] Gümbel. Geogn. Beschreibung des Fichtelgebirges usw. Gotha 1879.

Serpentin: außerhalb der letzten Häuser von Schauenstein an der Straße nach Selbitz und südöstlich von Epplas. Hornblendegneis findet sich fast immer erst in einer Entfernung von über $\frac{1}{2}$ km vom Gneisrand, südöstlich von Schauenstein und bei Neumühle auch mit Eklogit. Das bei Gümbel (Bl. Münchberg) unmittelbar an der Grenze eingetragene kleine Vorkommen bei Mühldorf dürfte sich, wie schon Dell (a. a. O. p. 80) vermutete, auf einen hier anstehenden Mesodiabas beziehen.

Die stratigraphischen Verhältnisse des Schiefergebirges sind denen Ostthüringens und des Vogtlandes sehr ähnlich. Wir haben hier wie dort die Schichten vom „Cambrium" bis zum Culm entwickelt, mit reichlichen Diabaseinlagerungen, vor allem im Devon, wobei hier wie dort zwischen dem Obersilur und dem liegendsten Devon ein Hiatus zu bestehen scheint. Doch bemerkt man einen Unterschied. Es fehlen nämlich überall am Nordrand des Gneisgebiets über den Phycodenschichten die dunklen Schiefer und die mächtigen Quarzite, die weiter im Norden das höhere Untersilur aufbauen. Statt dessen erscheint hier eine Reihe für Ostthüringen fremdartiger Gesteine: rote und gelbe Schiefer, z. T. dachschieferartig, „Tüpfelschiefer", verschiedene Sandsteine und Quarzite usw. Bei manchen dieser Gesteine hat man gewisse Anhaltspunkte dafür, sie ins Untersilur bezw. in die Nähe der Phycodenschichten zu stellen (rote Schiefer z. T., Tüpfelschiefer), bei manchen anderen ist die Altersstellung ganz unsicher, da Fossilien ja stets fehlen und auch aus dem Zusammenvorkommen mit „alten" Gesteinen, wie weiter unten gezeigt wird, nichts gefolgert werden kann.

Das einzige unter diesen Gesteinen, das für das Gesamtproblem des Münchberger Gneises von Wichtigkeit ist, sind die Tüpfelschiefer, denn Kohler nennt sie (a. a. O. p. 47) eine „spezifische Erscheinung der Piezokontaktmetamorphose" des Münchberger Lakkolithen und folgert u. a. auch daraus, daß der heutige Nordwestrand einen Eruptivkontakt darstellt. Sie sind im einzelnen recht verschiedenartig. Man findet eigentliche Schiefer, meist gelblichgrau, denen weiße Körner oder Knöllchen eingelagert sind, deren Größe vom Bruchteil eines Millimeters bis über 2 mm schwankt. Da diese Tüpfel härter sind als der eigentliche Schiefer, treten sie auf angewitterten Flächen stets hervor. Daneben sieht man oft harte, quarzitische, kaum geschieferte Gesteine (vor allem zwischen Mühldorf und Lipperts), die im Innern einförmig grau sind, aber auf der angewitterten Außenseite getüpfelt erscheinen. Eine ausführliche mikroskopische Beschreibung gab Matthäus Schuster auf p. 47 der Kohler'schen Arbeit. Es handelt sich — auch nach meinen Schliffen — um sericitphyllitähnliche Schiefer mit deutlicher Plan- und Paralleltextur oder um quarzitartige Gesteine, in denen die Flecke durch eine stärkere Silifizierung hervorgerufen werden. Über die Entstehung dieser Gesteine kann aus

dem mikroskopischen Befund nichts gefolgert werden. Manche haben Ähnlichkeit mit Spilositen, manche könnte man mit metamorphen Varioliten vergleichen. Der Gedanke einer Entstehung durch Tiefengesteinskontakt kann nur bei ganz wenigen mit äußerster Vorsicht in Erwägung gezogen werden. Auch mit den im obersten „Cambrium" (z. B. südlich Wurlitz bei Rehau) vorkommenden „Fleckschiefern" mit braunen Tüpfeln können sie nicht verglichen werden. Dagegen zeigen sie oftmals Ähnlichkeit mit einem anderen problematischen Gestein, nämlich den Porphyroiden des Thüringer Waldes. Sie haben mit ihnen auch die verschiedenartige Entstehung gemeinsam. Als was sie im einzelnen aufzufassen sind, müssen erst genauere Untersuchungen mit zahlreichen chemischen Analysen lehren, da optische nicht ausreichen.

Von Wichtigkeit ist noch ihr räumliches Verhältnis zum Gneis. Die nächsten liegen mindestens 150 m vom jetzigen Gneisrand entfernt und sind durch alle möglichen anderen Gesteine von ihm getrennt; die meisten finden sich erst von 300 m an, manche haben sogar eine Entfernung von nahezu 1 km. Es wäre nun doch merkwürdig, wenn die einzigen Gesteine, die eine Disposition zur Metamorphose zeigten, erst in so großer Entfernung vom Gneisrand gelegen hätten, während alle anderen unverändert blieben. Die Annahme, es könnte sich um Kontaktprodukte handeln, die nur durch spätere tektonische Vorgänge von dem zugehörigen Lakkolithen getrennt seien, ist auch recht unwahrscheinlich; denn in dem ganzen Gebiet von Köditz bis Alt-Suttenbach — sie kommen nach Osten bis Lipperts vor, was Kohler entgangen ist — wurden Tüpfelschiefer nicht ein einziges Mal in unmittelbarem Kontakt mit dem Gneis beobachtet.

Die Bahn schneidet, von Helmbrechts kommend, die Grenzlinie Gneis—Schiefergebirge am rechten Selbitzufer westsüdwestlich Schauenstein[1]. Man sieht an dieser Stelle ein unregelmäßig den Gneis durchziehendes Band eines völlig zermürbten und zerrütteten, von zahlreichen Ruscheln erfüllten Schiefers. Unmittelbar nördlich folgt wieder ein an der breitesten Stelle etwa 70—75 cm breiter Gneiskeil, der nach Norden an denselben Schiefer angrenzt. Es folgt dann 1 m Schiefer, der hier auch einzelne Partien schwarzen Kieselschiefers enthält, dann noch einmal ein größeres, isoliertes Stück Gneis von etwa 25 cm Breite, das also völlig im Schiefer

[1] Der Bahnbau hat von September 1920 bis Oktober 1921 in dem hier in Frage kommenden Teil geruht, er wurde erst, bis auf diesen südlichsten Einschnitt, der im März—April 1921 gebaut wurde, im Okt. 1921 wieder aufgenommen. Diese Ende Oktober neu geschaffenen Aufschlüsse, im wesentlichen nur Erweiterungen der Einschnitte für den Bahnhof Schauenstein, konnten nicht mehr voll berücksichtigt werden. Neues brachten sie nur in Einzelheiten.

steckt. Weiter nach Norden, bis über 4 m in den Schiefer hinein, finden sich noch kleinere, bis faustgroße Brocken Gneis.

Das hier als „Schiefer" bezeichnete Gestein ist schmutzig graubraun, auch graugrünlich, ziemlich weich, stark verwittert und enthält stellenweise in der weicheren Grundmasse zahlreiche verschieden große (im Durchschnitt etwa 2—3 cm Durchmesser) härtere Teile. Dazwischen finden sich einzelne Bänder eines schwarzen, wenig quarzdurchtrümerten Kieselschiefers, dessen einzelne Bänkchen meist nur 1—2 cm stark sind, aber zu linsenartigen Anschwellungen von 20—30 cm Mächtigkeit zusammentreten können. Diese Kieselschieferbänder sind stark gebogen, ausgewalzt und mit der Grundmasse verknetet. Dazwischen kommen auch noch andere Gesteine vor, Reste grauer, glimmerbestreuter Schiefer, hellere Teile usw. Man sieht ohne weiteres, daß es sich hier nicht um ein einheitliches Gestein handelt — der Name Schiefer paßt also nicht recht —, sondern um ein aus den verschiedensten Gesteinen hervorgegangenes, zusammengepreßtes Gemenge. Diese Gesteinsmischung ist völlig durchsetzt von Ruscheln. Man findet oft kein Stück von der Größe eines Handstückes, das nicht mehrere solcher Ruscheln enthält. Beim Bau des Einschnitts waren gelegentlich solche Flächen in einer Größe von über 1 qm freigelegt. Der Gneis ist auch von Störungen durchsetzt, aber längst nicht in dem Maße wie der „Schiefer". Dieser ganze Einschnitt reicht etwa 35 m in den „Schiefer" hinein.

Etwa 180 m nördlich davon (nördl. des Verbindungsweges Schauenstein—Hagenmühle) folgt der nächste Einschnitt (Bahnhof Schauenstein). Die Bahnlinie verläuft hier in einem sehr spitzen Winkel zum Gneisrand, wir haben also noch ähnliche Verhältnisse zu erwarten, wie im Einschnitt 1. Man sieht auch hier als Hauptmasse einen im normalen Zustand, der hier aber schon bedeutend häufiger ist, als im ersten Einschnitt, graugrünlichen, stellenweise auch etwas rötlichen, schwach glimmerglänzenden, gerunzelten, dick spaltenden Schiefer, der sehr stark gefaltet und gequetscht ist und vor allem im Süden öfter kieselige Brocken enthält. Das Gestein ist hier so frisch, daß es als Ganzes angeschliffen werden konnte. Man sieht an einer solchen Schlifffläche, daß in dem Schiefer härtere Teile — u. d. M. erkennt man, daß es sich um eine von vielen Quarzadern durchzogene, sehr feinkörnige Grauwacke handelt — wie Augen im Augengneis angeordnet sind. Die einzelnen Grauwackenteile sind übereinandergeschoben, ausgewalzt und ausgequetscht, einige größere Teilchen haben schwanzartig kleinere hinter sich usw., während eine dunklere schieferartige Grundmasse die einzelnen Teile voneinander trennt und zwischen sie hineingepreßt ist. Es handelt sich also um einen Mylonit, dessen Ursprungsmaterial ein von Grauwackenbänkchen oder -linsen durchsetzter Schiefer gewesen ist. Auch hier haben wir zahlreiche Störungen.

Weiterhin, zwischen Hagenmühle und Kleinschmiedenhammer, findet sich wieder einmal eine Verknetung zweier Schiefer, deren Berührungsfläche dem allgemeinen Schichtstreichen und -fallen folgt und kaum als Störung zu erkennen ist, wenn sich nicht in dem hangenden Schiefer Teile des liegenden eingepreßt finden würden. In demselben Einschnitt finden sich noch weitere Beispiele für das Zusammenfallen der Streich- und Fallrichtung der Schichten mit der der Störungen.

Beim Kleinschmiedenhammer selbst haben wir in dem für den Weg neben der Bahn bestimmten Einschnitt eine besonders interessante Stelle. Die hier anstehenden harten, grünen Schiefer, Quarzite und Lydite — ganz im Süden findet sich auch der erste Tüpfelschiefer — lassen besonders deutlich auf kleinem Raum die vielen Störungen erkennen. Es ist auch die einzige Stelle, wo eine Falte aufgeschlossen ist. Die Sattelachse streicht ostwestlich, die Falte liegt nach Norden über; die Schieferung durchsetzt also hier die Schichtung in einem wechselnden Winkel, stimmt aber überein mit dem Streichen der Sattelachse und fällt auch ähnlich wie die Achsenebene der schiefen Falte, ähnlich wie auch überall die Schichten, mit etwa 50^0 nach Süden. Oben wird die Falte durch eine Störung mit deutlichem Harnisch abgeschnitten. Es folgen dann noch wieder grüne Schiefer, weiter nach Norden Diabase und Schalsteine, alles von Störungen durchsetzt. Unterlagert werden die Schalsteine von roten Schiefern. In dem letzten, nördlichsten, wenig tiefen Einschnitt, östlich Uschertsgrün, finden sich häufig sandige, weißlich-gelbliche, im Innern oft noch bläulich aussehende, stark glimmerbestreute Schiefer und ähnliche, etwas dickbankigere Quarzite, einmal auch ein grauer Schiefer mit Hohlräumen, die von Kalkknoten herrühren können — womit sein devonisches Alter erwiesen wäre — und zuletzt etwa 4 m obersilurische Kieselschiefer mit Graptolithen.

Aus den Aufschlüssen der beiden südlichsten Einschnitte folgt mit Sicherheit, daß der Gneis an dieser Stelle auf das Schiefergebirge überschoben ist. Die Gesteine seiner Unterlage sind gequetscht, es sind verschiedenartige Gesteine durcheinandergeknetet, Teile vom Gneis finden sich völlig in Schiefer eingebettet, Grauwackenbänkchen sind zerdrückt und wie Augen im Augengneis im Schiefer verteilt usw., also die Gesteine mylonitisiert. Von irgendwelchen Kontakterscheinungen ist keine Spur zu erkennen.

Ähnliches war durch einen Straßenbau auch bei den letzten Häusern von Baiergrün, an der Straße nach Rauhenberg aufgeschlossen. Auch in dem kleinen Hohlweg, der von WSW nach ONO durch das „f“ von Mühldorf geht (s. bayr. Positionsblatt Köditz), waren stark gequetschte, grauwackige Gesteine unmittelbar nördlich des Gneisrandes zu beobachten. Auf Grund dieser drei, ziemlich weit auseinanderliegenden Aufschlüsse kann man wohl mit Sicherheit

behaupten, daß der Gneis überall am Nordwestrand auf das Schiefergebirge überschoben ist.

Die Überschiebungsfläche streicht im ganzen nordöstlich und scheint nicht allzu steil, im Mittel wohl mit 50—60° nach Süden zu fallen. Diese Überschiebungsfläche hat man sich nicht als Ebene, sondern als eine wellenförmig gebogene Fläche vorzustellen. So entsteht das Vor- und Zurückspringen der Grenzlinie, soweit es nicht — abgesehen natürlich von orographisch bedingten Ausbuchtungen — durch Querstörungen, die aus dem Schiefergebirge in den Gneis hinein fortsetzen, zu erklären ist. Das schönste Beispiel hierfür bietet der große Vorsprung von Epplas. Die Grenzlinie biegt hier in die Nordnordostrichtung um, und der Gneis springt über 1½ km nach Norden vor. Mißt man die Streich- und Fallrichtung im Gneis, so findet man trotz vieler Abweichungen — namentlich in nächster Nähe von Schauenstein — im Durchschnitt ein Streichen etwa N 50—60° O und ein Einfallen nach Süden, im Vorsprung von Epplas dagegen ein Streichen Nord—Süd und ein Fallen von 20—40° nach Osten. Es handelt sich hier also um eine besonders tiefe, wellenförmige Ausbiegung der Überschiebungsfläche und trotz der wenigen, hier möglichen Messungen kann man doch wohl annehmen, daß auch ein Teil der Gneismassen in seiner Streichrichtung dieser Ausbiegung folgt. Wir haben hier also offenbar noch eine tektonische Kraft in Tätigkeit gehabt, die mehr oder weniger senkrecht zur herrschenden Überschiebungsrichtung, schwächer und vielleicht auch später als sie gewirkt hat.

Wenden wir uns dem Vorland des Gneises zu, so erhebt sich zunächst die Frage nach dem Alter der ihn unmittelbar unterlagernden Schichten. Dies ist ziemlich schwer zu beantworten. Denn diese Schichten werden gerade zum größten Teil von solchen Gesteinen gebildet, für die uns Beispiele in Ostthüringen fehlen. In den Bahneinschnitten dürften sich die Mylonite unmittelbar unter der Überschiebung aus verschiedenen Formationen zusammensetzen. Die grünen Schiefer und die zu ihnen gehörigen Gesteine kann man im Alter den Phycodenschichten gleichstellen. Weiter im Norden kommt dann Obersilur, vielleicht auch Devon vor, während man bei manchen Gesteinen, vor allem Quarziten und z. B. den sandigen Schiefern im nördlichsten Einschnitt eine Altersfeststellung vorläufig besser unterläßt. Östlich und westlich von Schauenstein finden sich unmittelbar am Gneisrand andere Gesteine, z. B. schwarze Kieselschiefer, die von obersilurischen nicht zu unterscheiden sind, usw.

Aus den Bahnaufschlüssen geht weiter hervor, daß die Schichten nördlich des Gneisrandes sehr stark von Störungen durchsetzt sind, und zwar noch häufiger, als man auf den ersten Blick annehmen möchte, weil sie oft mit der Schichtung bezw. Schieferung zu-

sammenfallen und daher leicht der Beobachtung entgehen. Die Richtung der Störungen fällt nach Ausschaltung von Unregelmäßigkeiten, die sich daraus ergeben, daß es sich meist um gebogene Flächen handelt, fast immer in den Quadranten Nord—Ost (im Durchschnitt N 50° O) bei einem Fallen nach Süden bezw. Osten. Dies stimmt überein mit dem allgemeinen Streichen und Fallen der Schichten, wir haben es also mit streichenden Störungen, mit Überschiebungen zu tun. Nur verhältnismäßig wenige verlaufen in einem mehr oder weniger großen Winkel dazu und sind als Querstörungen aufzufassen. In den Bahneinschnitten erkennt man ferner, daß Falten äußerst selten sind. An dem einzigen größeren Beispiel zeigte sich, daß die Schieferung in der Falte annähernd parallel zur Achsenebene und damit zum allgemeinen Schichtstreichen streicht und fällt. Hieraus geht hervor, daß wir, da ähnliche Verhältnisse überall herrschen, in unserem Gebiet Schichtung und Schieferung gleichsetzen, also aus einer Messung der Schieferung gleichzeitig Streich- und Fallrichtung der Schichten erkennen können, wie es ja auch von den ältesten Autoren an schon immer geschehen ist. Nur an wenigen Stellen ist eine lokale Inkongruenz zwischen Schichtung und Schieferung zu beobachten.

Verfolgt man in dem Streifen nördlich des Gneises die einzelnen Schichten im Gelände, so findet man, daß sie senkrecht zum allgemeinen Streichen nur einen ganz schmalen Ausstrich haben, daß gewisse charakteristische Schichten (rote Schiefer, Kieselschiefer usw.) an manchen Stellen wiederholt auftreten — was auch Gümbel schon auffiel —, daß wir dazwischen, wenn auch alte (cambrisch-silurische) Schichten durchaus überwiegen, doch auch Gesteine haben, die man unbedenklich in jüngere Formationen stellen würde, wenn sie nicht mit diesen alten Gesteinen zusammen vorkommen würden und daß wir im ganzen, oft in einem nur 500 m breiten Streifen, einen außerordentlich häufigen Gesteinswechsel haben. Bedenkt man ferner, daß wir fast überall in diesem Streifen ein Schichtstreichen in dem Quadranten Nord—Ost und ein Fallen nach Süden bezw. Osten haben — übereinstimmend mit der Richtung der meisten Störungen im Bahneinschnitt — so ergibt sich mit Sicherheit, daß wir in diesem Streifen eine Zone intensivster Schuppenbildung vor uns haben, und daß die Schichten von den ältesten bis zu den jüngsten (Cambrium bis Culm, wobei cambrisch-silurische überwiegen) wie die einzelnen Blätter in einem Kartenspiel durcheinandergesteckt sind.

Doch auch in der Richtung des Streichens verschwinden die einzelnen Schichten meist recht rasch. Dies dürfte im allgemeinen weniger durch Querstörungen, als dadurch zu erklären sein, daß die einzelnen Schuppungsflächen, die ja mehr oder weniger gebogen sind, sich gegenseitig abschneiden und dadurch einzelne linsenförmige Partien begrenzen.

Leider war es mir bisher nicht möglich, hier in einem ganz großen Maßstab zu kartieren, um diese äußerst verwickelten Verhältnisse genauer feststellen zu können. Besonders auffällig ist, daß die Schichten dieses Streifens in ihrem Ausstreichen im Vorsprung von Epplas dem Gneisausstrich parallel gehen.

Auch in dem auf die Zone stärkster Schuppung nach Norden folgenden Gebiet, wo man ohne allzu große Schwierigkeiten stratigraphisch kartieren kann, findet man meistens bei einem Streichen in nordöstlicher Richtung ein Fallen nach Südost. Störungen, auch Längsstörungen, sind hier ebenfalls nichts Seltenes, doch treten sie viel mehr zurück und haben längst nicht die Bedeutung, wie in dem südlicheren Gebiet. Oberdevon und Culm nehmen hier die größten Flächen ein. Leider gibt es in ihnen keine besonders charakteristischen Bänke, nach denen ein Schichtenbau, also vielleicht ein Schuppenbau, im einzelnen hätte festgestellt werden können. Trotzdem kann man auch hier sagen, daß die Schichten in Schuppen auftreten. Denn in jeder Formation, vor allem im Culm, treten plötzlich in Inseln oder rasch wieder verschwindenden Streifchen ältere Formationen schuppenartig auf, im Culm Oberdevon (vielleicht auch Mitteldevon) und vor allem obersilurische Kieselschiefer (z. T. mit Graptolithen), die sich auch ins Devon einschalten. Es ist besonders hierbei hervorzuheben, daß sich die Kieselschiefer, oft nur ganz geringmächtig, ohne Begleitung anderer silurischer und devonischer Gesteine in den Culm einschieben. Sie scheinen wegen ihres petrographischen Charakters besonders dazu geeignet zu sein, inselartig aus jüngeren Formationen aufzuragen (vgl. z. B. Bl. Gefell [Zimmermann] der preußischen oder Bl. Bobenneukirchen—Gattendorf [Weise] der sächs. Spezialkarte). Sie halten auch meist im Streichen nicht lange an, die Längsstörungen heben sich bald wieder heraus. Wir haben uns also einen breiten Ausstrich von Culm oder Oberdevon nicht als einheitlich vorzustellen, sondern durchsetzt von Längsstörungen, von schuppenartigem Bau, was am ersten durch die Einschaltung älterer, nicht in stratigraphischem Zusammenhang mit ihnen stehender Gesteine hervortritt.

Außerdem durchsetzen Querstörungen das Schiefergebirge, von denen die wichtigeren, die etwa westnordwestlich streichen, in den Gneis fortsetzen (Thronbachverwerfung, Döbratalverwerfung). Die bedeutsamste zieht durch das Wiesental des Loh- und Geheugbächleins (auf der Gümbel'schen Karte Unterlauf des Seebächleins) nördlich von Epplas und schneidet die etwa nordsüdlich ausstreichenden Schichten des Vorsprungs von Epplas ab. Nördlich von ihr, in den Tentaculitenschiefern am Bahnübergang an der Straße Epplas—Köditz, haben wir ostwestliches Streichen. Genaueres ist hier leider wegen Waldbedeckung und sehr schlechter Aufschlüsse nicht festzustellen. Diese Störung ist deshalb so wichtig, weil sie in die Verwerfungen, die den Münchberger Gneis

im Nordosten begrenzen, fortzusetzen und auch nach Norden noch weit zu reichen scheint.

Wir haben also in dem Streifen nördlich des Gneises nicht, wie Gümbel es mit seinem „Untersilur“ meinte, eine einheitliche Formation vor uns, sondern ein Paket von Schuppen, in dem allerdings alte Gesteine überwiegen. Ferner haben wir, weder wie Gümbel es meinte, eine regelmäßig überkippte Schichtenfolge, noch wie Kohler es wollte, eine in stratigraphischer Reihe aufeinander folgende, sondern eine mehr oder weniger intensive Schuppung, wie Kohler es schon andeutete, ohne die Folgerungen daraus zu ziehen. Erst noch weiter nördlich, etwa in dem nördlichen Teil des von K. Walther kartierten Blattes Steben[1] finden wir den einseitig nach Norden überliegenden, regelmäßigeren Faltenbau Ostthüringens.

Das Alter dieser Störungen läßt sich hier, wie überall, nur daraus bestimmen, daß Culm mit in die Bewegungen einbezogen ist. Zuerst erfolgte die Bildung der Längsstörungen, der Schuppung, durch eine aus Südosten wirkende Kraft, dann scheint noch (Gneisvorsprung von Epplas) ein schwacher Zusammenschub aus östlicher oder nordöstlicher Richtung stattgefunden zu haben, während die Querstörungen als jüngstes tektonisches Element alles andere durchsetzen.

Zur Beurteilung der alten Münchberger Streitfrage ergibt sich also mit Sicherheit:

Eine Deutung der Grenzlinie als Eruptivkontakt ist unmöglich. Sie ist eine Überschiebung. Es kann sich nun entweder um eine mehr oder weniger autochthone Schuppenbildung handeln oder um eine allochthone Schubmasse im Sinne von F. E. Suess. Mit völliger Sicherheit kann diese Frage allein von unserem Gebiet aus nicht entschieden werden, doch spricht manches für die autochthone Entstehung. Denn vergleicht man die Überschiebungsfläche des Gneises auf den Schiefer mit den im Schiefergebirge selbst liegenden Störungen, vor allem ihre Parallelität im Gneisvorsprung von Epplas, so muß man zu dem Schluß gelangen, daß diese tektonischen Linien ihre Entstehung ein und derselben Kraft gleichzeitig verdanken, daß diese Gebiete also eine tektonische Einheit bilden. Der Gneis würde dann nur ein aus besonders großer Tiefe herausgepreßtes Schuppenpaket darstellen.

Von den bisher gegebenen Erklärungsversuchen entspricht also der von Gümbel am meisten den Tatsachen.

[1] K. Walther, Geologie der Umgebung von Bad Steben im Frankenwalde. Geogn. Jahresh. 1907. p. 115.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Funde von Ägirin in Graubündner Gabbrogesteinen.

Von **H. P. Cornelius.**

Schon lange sind unter den Gabbro- und Diabasgesteinen der Ophiolithzonen von Graubünden vielfach Glieder bekannt, die in ihrem Chemismus starke Hinneigung zu Alkalimagmen zeigen. Das geht hervor aus den von Grubenmann [1], Staub [2] und dem Verfasser [3] mitgeteilten Analysen. Unter den stark metamorphen Gliedern jener Gesteinsgesellschaft wurden auch in den letzten Jahren mehrfach, durch Staub [4] und Wilhelm [5] Glaukophanschiefer gefunden, die auf Grund ihres Mineralbestandes als umgewandelte stark basische Glieder der Alkalireihe gedeutet werden können. Im Mineralbestand der nicht oder nur unwesentlich veränderten Gesteine fehlten dagegen bisher alle Anzeichen alkalimagmatischer Verwandtschaft, wie sie in Gestalt von Alkalipyroxenen oder -amphibolen etwa zu erwarten wären.

Eine Schließung dieser Lücke ergab sich bei Gelegenheit der mikroskopischen Untersuchung des Gesteinsmaterials, das ich bei meinen geologischen Sommeraufnahmen im Oberhalbstein (Graubünden) gesammelt hatte: In zwei Proben fand sich Ägirin. Die eine stammt von dem schönen grobkörnigen „Gabbro" von Val digl Plaz, einem östlichen Seitentobel des Oberhalbsteiner Tals, bei Roffna, die andere von einem feinkörnigen (makroskopisch diabasartigen) Gestein aus dem Hochkar auf der Westseite des Piz d'Err.

Beide Gesteine bestehen im wesentlichen aus Plagioklas, mit stark umgewandelten (daher nicht näher zu bestimmenden)

[1] Chr. Tarnuzzer und U. Grubenmann, Beiträge zur Geologie des Unterengadins. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. Neue Folge. XXIII. 1909.

[2] R. Staub, Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich 1915. p. 55.

[3] H. P. Cornelius, Petrographische Untersuchungen zwischen Septimer- und Julierpaß. N. Jahrb. f. Min. etc. 1912. Beil.-Bd. XXXV. p. 374.

[4] R. Staub, Über ein Glaukophangestein aus dem Afers. Ecl. geol. Helv. XVI. 1921. p. 217; — Über ein neues Vorkommen von Glaukophangesteinen in Graubünden. Ebenda. XVI. 1920. p. 26.

[5] O. Wilhelm, Beitrag zur Glaukophanfrage in Graubünden. Ebenda. 1921. p. 482.

Kernpartien und teilweise recht breiten albitischen Randzonen; und als zweitem Hauptgemengteil gemeinem Augit, der an Menge nicht unbeträchtlich hinter dem Plagioklas zurücksteht. Der Ägirin spielt nur die Rolle eines untergeordneten Gemengteils — seine Menge dürfte unter 1 % der gesamten Gesteinsmasse bleiben. Teils bildet er schmale randliche Umwachsungen der Augite — doch nur in einzelnen, verhältnismäßig spärlichen Fällen; teils findet er sich in selbständigen kleinen Individuen von kurzprismatischer, aber meist schlechter Ausbildung (z. T. skelettartig), mit Umgrenzung von (110), (100), auch (001). Die Farbe ist $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$ leuchtend grasgrün, $\mathfrak{c}$ gelbgrün im Vorkommen von Val digl Plaz; in dem andern herrschen etwas blassere, $// \mathfrak{a}$ mehr ins bläuliche spielende Töne, verbunden mit unregelmäßig fleckiger Verteilung verschiedener Nuancen. Die Auslöschungsschiefe $\mathfrak{a} : \mathfrak{c}$ beträgt 6—7°; Licht- und Doppelbrechung übersteigen nicht unbeträchtlich die des Augits. Der Achsenwinkel ist groß, der optische Charakter positiv. Durch diese Angaben dürfte das Mineral einwandfrei als Ägirin charakterisiert sein.

In dem „Gabbro" von Val digl Plaz finden sich auch, sowohl zusammen mit dem Ägirin, als auch in einem weiteren Schliff, wo dieser fehlt, sehr eigenartige Hornblenden. Sie zeigen verschiedenen Pleochroismus und verschiedenartige optische Orientierung in meist fleckiger Verteilung: teils $\mathfrak{a}$ gelbgrün, $\mathfrak{b}$ braungrün, $\mathfrak{c}$ blaugrün, mit kleiner Auslöschungsschiefe $\mathfrak{c} : \mathfrak{c}$; teils $\mathfrak{a}$ olivbraun, $\mathfrak{b}$ schmutzig violettbraun, $\mathfrak{c}$ hellbraun, mit kleiner Auslöschungsschiefe $\mathfrak{a} : \mathfrak{c}$ und äußerst geringer Doppelbrechung; teils $\mathfrak{a}$ olivbraun, $\mathfrak{b}$ schwarzgrün, $\mathfrak{c}$ leuchtend blaugrün ($\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$), mit etwas größerer Auslöschungsschiefe $\mathfrak{c} : \mathfrak{c}$. Für weitergehende optische Bestimmungen waren die verhältnismäßig spärlichen, kleinen und schlecht ausgebildeten Individuen in meinen Schliffen nicht zu brauchen. Indessen darf man auf Grund der angeführten Eigenschaften wohl annehmen, daß es sich um alkalireiche Glieder der Hornblendegruppe handelt[1].

Die ophiolithische Gesteinsserie gehört zu den bezeichnendsten Eruptivkomplexen der Alpen. Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen ihrer Intrusion und den alpinen Gebirgsbewegungen ist wiederholt angenommen worden[2]; zum mindesten besteht er in der Weise, daß jene begonnen hat in Verknüpfung mit der geosynklinalen Einsenkungsphase, die das Vorspiel zu den alpinen

[1] Vgl. Die mikroskopische Physiographie von Rosenbusch.

[2] Vgl. G. Steinmann, Die Schardt'sche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolithischen Massengesteine. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B. 16. 1906. — Ed. Suess, Das Antlitz der Erde. III. 2. — H. P. Cornelius. a. a. O. — R. Staub, Über den Bau des Monte della Disgrazia. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich 1921. p. 93.

Faltenbildungen darstellte. Da sollte man nun, entsprechend der von Becke[1] hervorgehobenen Regel in der Verbreitung der beiden großen Gesteinsserien, typische Glieder der pazifischen, der Kalkalkalireihe erwarten. Statt dessen mehren sich die Anzeichen einer starken Hinneigung zur atlantischen Gesteinsgesellschaft.

So gesellen sich die alpinen Ophiolithe zu den schon recht zahlreichen anderen Ausnahmen von der genannten Regel[2].

Wien, Anfang März 1922.

Neues zum Ganggefolge des Meißener Massivs.

Von **E. Tröger** in Freiberg.

Das große, von Weesenstein bei Dresden bis nach Strehla sich erstreckende Meißener Massiv ist seit langem ein bekanntes Beispiel für die Differenziationsfähigkeit eines Magmas. Um einen granitischen Kern erstreckt sich ein ausgedehnter Syenitmantel, den peripherisch noch basischere Spaltungsprodukte (Augitsyenit von Gröba, Quarzaugitdiorit von Röhrsdorf) umgeben. Aber nicht nur das Tiefengestein selbst, sondern auch sein Ganggefolge ist durch große Mannigfaltigkeit ausgezeichnet. Neben den nur im Zentrum entwickelten Pegmatiten treten Granitaplite, die in sog. Ganggranite übergehen (E. Worm: Über die aplitischen Gänge von Meißen. Inaug.-Dissert. Leipzig 1913), und spärlicher Syenitaplite in einer im Vergleich zum benachbarten Lausitzer Massiv geradezu überraschenden Zahl auf. Ferner haben kersantitische Lamprophyre wenigstens in der engeren Meißener Umgebung einen großen Anteil am Ganggefolge. Sie sind, wiederum im Vergleich zur Lausitz, von auffallend gleichartiger Zusammensetzung (siehe Geol. Spezialkarte d. Kgr. Sachsen Bl. 48). Abweichenden Habitus besitzen nur

1. ein bis jetzt als Hornblendeporphyrit bezeichneter Gang im Norden von Wilschdorf (Geol. Karte Bl. 50), der jedoch als Kersantit zu betrachten ist und deshalb näher beschrieben werden soll. Er hat eine strukturell sehr weitgehende Ähnlichkeit mit der

[1] F. Becke, Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Anden. Tschermak's Min.-petr. Mitt. XXII. p. 209.

[2] Vgl. M. Stark, Petrographische Provinzen. Fortschr. d. Min. etc. 4. 1914. — Die von Stark behauptete Verwandtschaft der Ophiolithe mit den „Gesteinen der Dinaridenlinie" (a. a. O. p. 274) besteht nicht — weder in geologischer Hinsicht (vgl. u. a. H. P. Cornelius, Zur Kenntnis der Wurzelregion im unteren Veltlin. N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. Beil.-Bd. XL), noch auch in stofflicher, wie aus den obenstehenden Ausführungen hervorgehen dürfte —, sind doch gerade die Tonalite des Adamello etc. mit die typischsten Vertreter der pazifischen Reihe.

2. gleichfalls aus der Reihe der normalen Meißener Lamprophyre herausfallenden augitführenden Minette des Ratssteinbruchs im Plauenschen Grund bei Dresden (B. Doss: Die Lamprophyre und Melaphyre des Plauenschen Grundes bei Dresden. Tschermak's Min. u. petr. Mitteil. **11**. 1890. p. 17). Hieran schließt sich wohl auch ein Teil der im Elbtalschiefersystem und der Tharandter Umgebung auftretenden Kersantite und Vogesite, während ein anderer Teil der im Elbtalschiefersystem vorhandenen Gänge, vor allem die Malchite (Blauberg-Kreischa, roter Bruch Maxen, Bl. 82) zum Dohnaer Granit und damit zum Lausitzer Massiv gehören;

3. der eigentümliche, viel umstrittene Gang an der Haltestelle Plauen, den man ganz sicher zu den kersantitischen Lamprophyren stellen muß, und nicht zu den Melaphyren, wie es Doss (s. o.) 1889 tat. Allerdings nimmt das Gestein mit seinem rotbraunen Biotit und den langen braunen basaltischen Hornblendenadeln eine Ausnahmestellung ein, die entfernte Ähnlichkeit mit camptonitischen Gesteinen hat (vgl. P. J. Beger: Typenvermischung im lamprophyrischen Ganggefolge des Lausitzer Granits; Sitzungsber. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 1913. **65**. p. 352).

Endlich kennen wir noch Vertreter des granitoporphyrischen Ganggefolges im Meißener Massiv. Es ist dies der sog. porphyrische Mikrogranit des Blauberges bei Kreischa (Bl. 82), der einen typischen Gangnachschub des granitischen Magmas darstellt, und einen bisher noch unbekannten Glimmerdioritporphyrit im Syenit von Oberwartha bei Dresden, der auch im folgenden kurz beschrieben werden soll.

Auf Blatt 50 (Moritzburg—Klotzsche) der Geol. Spezialkarte des Königr. Sachsen ist etwa 7 km nördlich von Wilschdorf ein Hornblendeporphyrit kartiert. In der 1. Auflage ist sein Auftreten als Lesesteine in einem nord-südlich gerichteten Streifen von 1 km Länge signiert, und aus dem Texte der Erläuterungen gewinnt man den Eindruck, als sei das Gestein auch mikroskopisch untersucht worden. Später ist das Südende des Ganges an der Straße nach Eisenberg durch einen Schurf aufgeschlossen worden, und die 2. Auflage der geologischen Karte konstruiert aus diesem Aufschluß und dem Lesesteinstreifen zwei annähernd in einer Linie liegende Gänge. Die Bezeichnung Porphyrit wird aber beibehalten. Später ist der Anbruch leider wieder eingeebnet worden, und man kann nur noch aus den in großer Menge noch vorhandenen, relativ frischen Bruchstücken sich ein Bild von der Beschaffenheit des im Schurf aufgeschlossenen Materials machen.

Das Gestein aus diesem Aufschluß hat nun im Vergleich zu den fast dichten Lesesteinen eine unzweifelhaft feinkörnige Struktur. Vor allem sind auf den Bruchflächen die etwa 1 mm großen, glänzenden Biotite ein auffälliges Kennzeichen. Es wird dadurch bewiesen, daß dieses Material aus der Mitte des Ganges, der sich wohl an dieser Stelle auch noch etwas erweitert haben kann,

stammen muß. Die eigentlichen Lesesteine hingegen, die übrigens sicher ein und demselben Gange angehören, entstammen den dichteren und damit schwerer verwitternden Salbandregionen. Petrographisch bestehen zwischen beiden Formen nur unwesentliche Unterschiede.

Die Bruchsteine aus dem ehemaligen Schurf von der Eisenberger Straße bestehen aus einem panidiomorphen Aggregat von annähernd isometrischem Plagioklas. Die Individuen erreichen etwa 1 mm. Sie sind leider, vor allem im Kern, stark sericitisiert und auch mit Calcit erfüllt. Doch läßt sich ihre Zugehörigkeit zum Oligoklas bis Labrador noch mit einiger Sicherheit feststellen. Der in manchen Zwickeln neben Kalkspat als Ausfüllung auftretende einschlußfreie Quarz ist aller Wahrscheinlichkeit nach nur sekundär. Myrmekitische Verwachsung, die auf primären Quarz deuten würde, war nicht aufzufinden. Von den dunklen Gemengteilen herrscht ein schmutzigbrauner, stark pleochroitischer Meroxen in fast idiomorphen Paketen mit grünlicherem Rande, die oft gestaucht und geplatzt sind. Sekundär tritt in und um die Tafeln blaßgrüner Chlorit auf mit geringem Pleochroismus. Apatit durchspickt gern den Biotit, doch tritt er auch reichlich in den Feldspäten auf. Der zweite femische Gemengteil liegt jetzt nur noch in Pseudomorphosen von Chlorit, wenig Calcit und winzigen dendritischen Skeletten von Epidot vor. Seiner Form nach (Prisma, Klinopinakoid, Doma, die oft sechsseitigen Querschnitt ergeben) könnte man in ihm den in der Erläuterung der geologischen Karte erwähnten Pyroxen vermuten, doch beweisen die ebenso oft auftretenden leistenförmig gestreckten Schnitte, im Verein mit dem Material der Lesesteine, in denen die Zersetzung noch nicht so weit fortgeschritten ist, daß es sich einzig um eine Hornblende handeln kann, die nur, wohl infolge der reichlichen Anwesenheit von Biotit, etwas gedrungen prismatisch ausgebildet ist (Rosenbusch, Phys. 2. I. 4. Aufl. p. 657). Eine andere Art von Pseudomorphosen besteht aus Calcit mit viel feinverteiltem Magnetitstaub. Sie ist seltener und verdankt sicher einem Olivin ihre Entstehung. Ferner treten noch Eisenerze, und zwar Oktaeder von Magnetit neben Ilmenit in zerhackten Formen auf. Endlich ist das ganze Gestein vollkommen imprägniert mit Calcit und Chlorit nebst geringen Mengen von Epidot, alles ein deutlicher Hinweis auf die lamprophyrische Natur des Gesteins. Die von der Erklärung zur geologischen Karte erwähnten Einsprenglinge von Quarz und auch die Tremolitpseudomorphosen nach Augit konnten in keinem Präparat auch nur andeutungsweise gefunden werden. Dagegen treten ebenso wie in vielen anderen Lamprophyren des Meißener Massivs in unserem Gange rundliche Einschlüsse von Quarz auf, die einen kelyphitischen Rand zeigen, und die ihrer Größe nach wohl kaum aus dem Syenit stammen, sondern auf einen darunterliegenden Granit deuten.

Die Lesesteine, z. B. am Sandwege, also am Nordende des Ganges, sind, wie schon erwähnt, als bedeutend feinkörniger, fast dicht zu bezeichnen. Das Gestein besitzt eine Andeutung von porphyrischer Struktur, indem einzelne Hornblenden, sowie ganz selten eine der oben erwähnten Olivinpseudomorphosen durch etwas größere Ausbildung sich hervorheben. Der Plagioklas ist hier bedeutend kleiner entwickelt. Nur äußerst selten tritt er einmal als vollständig sericitisierter, großer Einsprengling auf; meist bleibt er unter 0,5 mm größtem Durchmesser. Infolge seiner stark tafligen Gestalt zeigt er fast nur leistenförmige Schnitte, die wirr verzahnt durcheinanderliegen. In geringer Menge tritt in dieser Salbandform primärer Quarz zwischen den Feldspäten auf. Doch ist sein Anteil nur unbedeutend. Er füllt z. T. die Zwickel zwischen den Plagioklasleisten aus. — Auch hier sind die dunklen Gemengteile bedeutend besser kristallographisch begrenzt als der Feldspat. Es treten auf: braungelb bis graugelb pleochroitische Hornblende in kurzen, oft zerschilferten Säulen, meist ohne terminale Endigung, schmutzigbrauner Biotit in dünnen Tafeln und Fetzen, und endlich die spärlichen Pseudomorphosen von Calcit-Magnetit nach Olivin. Biotit und Hornblende gehen beide in einen hellgrünlichen Chlorit über, so daß die kleineren, stets chloritisierten Individuen nicht mehr getrennt werden können, wenn nicht die schon oben erwähnten, stark lichtbrechenden Skelette von Epidot auf Hornblende als Muttermineral hinweisen; in unzweifelhaften Glimmerpseudomorphosen war dieser Epidot nie nachweisbar. Apatit und Magnetit treten ebenfalls auf, letzterer sogar in größerer Menge, während Ilmenit sehr zurücktritt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß unser Ganggestein hauptsächlich aus Plagioklas, Biotit und Hornblende besteht und seiner Struktur und dem Mengenverhältnis nach nur ein Lamprophyr, ein amphibolführender Kersantit sein kann, der ein zum Quarzdioritporphyrit neigendes Salband besitzt. Entscheidend ist hier nicht die dichte Form der Lesesteine, sondern einzig und allein die typische feinkörnige Ausbildung im Schurf am Südende des Ganges.

Nebenbei möchte ich bemerken, daß unter den sog. Porphyriten der Gegend im Norden von Dresden möglicherweise noch andere Lamprophyre in Salbandausbildung vorliegen können. Eine kritische mikroskopische Durchsicht kann da noch manches Neue bringen. So ist z. B. der Porphyrit im Prießnitztale unterhalb des Wasserfalls Klotzsche, der allerdings nicht mehr im Syenit aufsetzt, sondern schon im Lausitzer Granit, und der oft, aber mit Unrecht, zum Erguß des Hutberges bei Weißig in Beziehung gesetzt wird, durch seinen Reichtum an dunklen Gemengteilen und durch das Fehlen von Feldspateinsprenglingen sehr verdächtig. Ich hoffe, auch für diesen Gang noch den Nachweis erbringen zu können, daß er die odinitische Ausbildungsform eines lamprophyrischen Ganggesteins darstellt.

Auf Blatt 65 (Wilsdruff) der Geologischen Spezialkarte des Königr. Sachsen tritt in einem in der 1. Auflage noch nicht verzeichneten Steinbruche am linken Talgehänge 300 m oberhalb der Lochmühle Oberwartha ein N 15° W streichender und etwa 80° gegen Ost einfallender Gang von 0,80—1,20 m Mächtigkeit auf. Der Gang ist auf beiden Seiten des Bruches zu verfolgen und wird sich wohl auch noch an anderen Stellen auffinden lassen, da er etwa parallel zum Tale verläuft und somit nicht unter der Lößbedeckung der Hochfläche verschwindet. Fast frisches Material ist allerdings nur an der allein im Betrieb befindlichen Südwand des Bruches zu erhalten. Das Ganggestein ist, obwohl es scharf gegen den umgebenden Syenit absetzt, fest mit diesem verbunden, so daß man Handstücke quer zum Kontakt schlagen kann. Auch verlaufen die Klüfte des Syenits fast ungestört im Ganggestein weiter. Im Handstück zeigt das Material ein dichtes deutlich porphyrisches Gefüge von dunkelgrauer Farbe mit schwach violettem Unterton. Man erkennt bereits mit bloßem Auge an ihm kleine, im Maximum 2,5 mm messende, schwarze Säulchen von Hornblende mit glänzenden Spaltflächen und ferner etwas kleinere, glänzend schwarze Blättchen von Biotit. Im Dünnschliff findet sich außerdem viel Plagioklas, Pseudomorphosen nach Augit und etwas Apatit. Die sehr dichte Grundmasse besteht aus Plagioklas und Glimmer nebst Magnetit.

Die genauere Untersuchung u. d. M. ergab folgendes Bild: Die Struktur des Ganggesteins ist holokristallin-porphyrisch, ohne daß jedoch eine scharfe Grenze zwischen den Einsprenglingen und der Grundmasse sich ergibt. Vielmehr zeigen wenigstens die Feldspäte einen vollkommenen Übergang. Unter den Einsprenglingen fällt vor allem durch seine Menge ein prächtig zonar struierter Plagioklas auf. Er besitzt zumeist rechteckigen, rhombenförmigen oder gestreckt sechseckigen Querschnitt. Die innere Hälfte des Feldspats besteht wohl in den meisten Fällen aus basischem Labrador bis Labradorbytownit, nach außen schließen sich schalenförmig immer saurere Hüllen an, die bis zum Oligoklas gehen dürften. Das Ganze gibt ein sehr wechselvolles Bild, erschwert aber die exakte Messung ungemein. Die kurzgedrungenen Schnitte, die angenähert in der Zone ⊥ (010) liegen, zeigen, daß fast jeder solche Einsprengling aus zwei nach dem Albitgesetz symmetrisch verwachsenen Individuen zusammengesetzt ist. Nur ganz selten treten auch Viellinge nach diesem Gesetze auf. Daneben besteht jedoch noch eine untergeordnete lamellare Verzwillingung nach dem Periklingesetz und außerdem noch, wenn auch selten, eine sternförmige Durchkreuzung längerer Feldspatindividuen, so daß die Schnitte dann manchmal der Form nach an Staurolithzwillinge erinnern. Der Schichtenaufbau geht jedoch bei allen Verzwillingungen unbehindert durch den ganzen Kristall hindurch. — Der basischere

Kern ist in einigen Fällen schon sericitisch zersetzt, während die peripherisch gelegenen Schalen stets vollkommen klar geblieben sind. Korrosion weisen die Feldspäte fast nicht auf, auch sind sie nur selten zerbrochen, woraus man schließen kann, daß das Magma in ziemlich heißem Zustande injiziert worden ist.

An dunklen Gemengteilen tritt vor allem eine schmutziggrüne, verhältnismäßig wenig pleochroitische Hornblende in meist nur kurz säulenförmigen Kristallen auf. Kristallflächen scheinen ursprünglich sehr deutlich ausgebildet gewesen zu sein, man erkennt jedoch meist nur noch einen gestreckt sechseckigen Querschnitt, da die Umrisse stets deutlich korrodiert und durch einen gelappten Saum von verfilzten grünen Biotitblättchen ersetzt sind. Zwillingsverwachsung tritt nicht selten ein, auch sind die Kristalle oft deutlich zonar gebaut. Der Pleochroismus ist: α licht-bräunlichgrün, β dunkel-bräunlichgrün, γ graugrün. Biotit kommt ziemlich häufig auch in dünneren, wenig korrodierten Paketen vor. Er ist sehr stark pleochroitisch, $\mathfrak{c} = \mathfrak{b}$ = dunkelbraungrün, $\mathfrak{a}$ = lichtgrünlichgelb, oft fast farblos. Auch er wird von einem Saum grasgrüner Glimmerblättchen umgeben, die ihn ohne jede Gesetzmäßigkeit umhüllen. An den Rändern erscheint manchmal schon der Beginn einer Zersetzung. Es scheidet sich Fe_2O_3 in gelb durchsichtigen Schüppchen und Sagenit in blaugrünem Chlorit aus. Auch Paralleldurchwachsung des Glimmers mit sekundärem blaugrünem Chlorit ist zu beobachten. Einzelne mit Kalkspat und etwas Chlorit ausgefüllte Pseudomorphosen von gerundet sechseckigem Querschnitt deuten auf die frühere Anwesenheit von Augit hin. Auch sie zeigen einen Saum von Biotit. Apatitsäulchen sind nicht selten. Sie finden sich einzeln in der Grundmasse, aber auch als Einschlüsse in Hornblenden und, wenn auch selten, in den Feldspateinsprenglingen. Magnetit tritt nur spärlich in abgerundeten Hexaedern auf.

Die Grundmasse ist sehr dicht. Sie besteht aus einem panidiomorphen, fast mikrogranitischen Mosaik von annähernd isometrischen Plagioklaskörnchen, die nicht näher bestimmbar sind. Wahrscheinlich liegt ein ziemlich saurer Plagioklas vor. Das Vorhandensein von Orthoklas ist nicht nachzuweisen, Quarz konnte ebenfalls nicht mit Sicherheit beobachtet werden, obwohl seine Gegenwart sehr wahrscheinlich ist. Dazwischen finden sich einzelne etwas größere Leisten von einfach verzwillingtem Oligoklas. Als einziger dunkler Gemengteil der Grundmasse tritt ein graugrüner, manchmal auch bläulichgrüner Biotit in Schuppen und leistenförmigen Durchschnitten von unregelmäßiger Gestalt reichlich auf. Parallelstruktur dieser Leistchen ist in der Gangmitte fast gar nicht zu beobachten. Sekundär sind kleine Körnchen von fast opakem Fe_2O_3, Chloritschüppchen, Calcit und kleine Körnchen von Titanit (? Epidot?).

Der Kontakt mit dem umgebenden Syenit erscheint im Dünnschliff als sehr scharfe, nur wenig gebuchtete Linie. Aus dem Syenit hat der Gang fast kein Material aufgenommen. Es zeigt sich nicht die geringste Andeutung einer randlichen Aufschmelzung, und nur wenige kleinste Orthoklasbruchstücke schwimmen in der Gangmasse dicht am Kontakt. Etwa 5 mm breit ist das Salband deutlich fluidal gerichtet; auch die Feldspateinsprenglinge, die im übrigen kaum kleiner sind als in der Gangmitte, zeigen trotz ihrer fast isometrischen Ausbildung ein gewisses Einhalten der Richtung. Die dunklen Gemengteile sind im Salband etwas kleiner ausgebildet, die Biotite werden häufiger und sind außerdem oft gekrümmt und verbogen. Sie sind stets mit der Fläche (001) parallel zur Kontaktfläche angeordnet. Die Grundmasse behält ihre Korngröße fast bis an den Kontakt.

Der umgebende Syenit hat sich nicht verändert, wenigstens zeigte sich im Schliff keine Andeutung von Kataklase oder anomaler Spannung. Sekundär ist auf der Kontaktfläche etwas Eisenoxyd eingewandert. Doch wird dadurch der Zusammenhang des Ganzen nicht gestört.

Aus den in den vorhergehenden Zeilen mitgeteilten Beobachtungen ersehen wir, daß das untersuchte Gestein ein granitoporphyrisches Ganggestein ist, und zwar handelt es sich im wesentlichen um einen glimmerreichen Dioritporphyrit, der etwa in die Reihe der Schwarzwald- und Vogesen-Dioritporphyrite paßt, sich jedoch durch den hohen Gehalt an dunklen Gemengteilen in der Grundmasse von ihm unterscheidet und in dieser Hinsicht zu den Vintliten neigt. Jedenfalls aber bildet er einen neuen Typ in der Reihe des Meißener Ganggefolges. Seinen nächsten Verwandten hat er strukturell in dem Granitporphyr des Blauberges bei Kreischa, mineralogisch in einem Amphibolkersantit des Stbr. 20 bei Kottewitz an der Elbe unterhalb Meißen.

Die systematisch-wissenschaftlichen Versuche beim Heilbronner Wünschelrutengängertag.

Im Auftrag der württemberg. geologischen Landesaufnahme dargestellt von Dr. **Axel Schmidt**, Landesgeologe in Stuttgart.

Im Mai 1921 schrieb mir mein alter Schulkamerad Dr. Paul Beyer, derzeitiger Vorsitzender des „Internationalen Vereins der Wünschelrutenforscher", daß der Verein im Herbst in Süddeutschland, wenn möglich in Württemberg zu tagen beabsichtige und fragte bei mir an, ob ich ihm Orte nennen könnte, in deren Nähe ein zu Rutenversuchen geeignetes, geologisch nicht zu schwierig gebautes Gelände mit möglichst einfachen und eindeutigen Verhältnissen vorhanden sei. Ich hatte als Vertreter unserer Landes-

anstalt an der Rutengängertagung in Nürnberg (Mai 1920) teilgenommen, neben Herrn Prof. Lenk als einziger Berufsgeologe, und hatte als Teilnehmer an den dortigen Versuchen die Überzeugung gewonnen, daß nur ein solches Gelände für Rutenversuche in Betracht kommen könne, dessen geologische Verhältnisse völlig geklärt seien, das also durch früheren oder einen auch heute noch umgehenden Bergbau oder durch Spezialkartierung hinsichtlich seines geologischen Baus völlig bekannt war. Daraufhin schlug ich Dr. Beyer als Tagungsorte innerhalb der schwarz-roten Grenzpfähle vor: Freudenstadt, Aalen-Wasseralfingen und Heilbronn und legte ihm kurz die einschlägigen geologischen Verhältnisse der einzelnen Orte dar. In Pyrmont entschieden sich dann die Rutengänger für Heilbronn, das ich nach meinen Erfahrungen von Nürnberg her als am meisten geeignet bezeichnet hatte. Denn hier sind durch den umgehenden Steinsalzbergbau des Salzwerks Heilbronn A.G. und des staatlichen Salzwerkes im nahen Kochendorf und durch Koken's Aufnahmen im Maßstab 1 : 10000 die Untergrundsverhältnisse genau bekannt und geklärt; ferner ist hier durch die Alluvialbildungen, den auflagernden Lößlehm und Terrassenschotter, die tiefgreifenden Verwitterungsmassen von Hauptmuschelkalk und Lettenkohle jeder Einfluß m. E. ausgeschaltet, den etwa herumliegende Schwerspat- oder Gangquarzbrocken, der Farbenwechsel der Verwitterungsböden, z. B. von Wellengebirge zu Buntsandstein oder des roten *Murchisonae*-Sandsteins zum schwarzen *Opalinus*-Ton, bezw. zum „blauen Kalk" der *Sowerbyi*-Zone auf die leicht beeinflußbare Psyche des Rutengängers hätten ausüben können. Auch wurde gerade Heilbronn-Kochendorf der Forderung Beyer's nach möglichst klaren und einfachen Verhältnissen, wenigstens soweit wir Geologen uns selbst und den Rutengängern darüber Aufschluß geben können, am meisten gerecht.

Nachdem die Wahl auf Heilbronn[1] gefallen war, setzte ich mich mit meinen Kollegen, soweit ich sie im Sommer erreichen

[1] Die Zeitschrift für Wünschelrutenforschung (Offizielles Organ des „Internationalen Vereins der Wünschelrutenforscher") Bd. II, Heft 4. p. 34, sagt dazu: „Heilbronn war als Versammlungsort aus folgenden Gründen hervorragend geeignet: Einmal war gerade in der letzten Zeit in Süddeutschland das Wünschelrutenproblem sehr lebhaft erörtert worden. Gewisse Rutengänger, die zu verantwortungsvollen Aufträgen gekommen waren, denen sie nicht gewachsen waren, hatten bedauernswerte Mißerfolge (vgl. dazu in der Naturwissenschaftl. Wochenschrift. N. F. Bd. XX. Nr. 22. p. 330 vom 29. V. 21 den Aufsatz d. Verf. über den Mißerfolg in R. — Einschaltung des Verfassers) gehabt, indem sie viel mehr versprochen hatten, als ein Rutengänger bei dem heutigen Stande der Erfahrungen überhaupt verantworten kann. Es mag gleich hervorgehoben werden, daß diese dem Verein nicht angehören und sich jeder Nachprüfung entziehen. — Diese Mißerfolge der nicht organisierten „wilden" Rutengänger hatten zu erheblichen finanziellen Verlusten geführt und dadurch bei der Wissenschaft, die über die Ursachen der Mißerfolge nicht unterrichtet war, großes

konnte, in Verbindung zwecks gemeinsamer Behandlung. Die ihnen von mir gemachten Vorschläge über die Auswahl der Versuchsfelder[1] wurden von ihnen gutgeheißen; bei diesen waren von mir, brieflich von Dr. Beyer über die Versuchsergebnisse in Pyrmont, allerdings vom Parteistandpunkt des Rutengängers, unterrichtet, alle Wünsche und Anregungen der Rutengänger soweit als möglich berücksichtigt. Insbesondere hatte ich mich über die vom Rutengänger zu untersuchende Streckenlänge, den zeitlichen Abstand, in dem die Rutengänger auf den Weg geschickt werden konnten, über die Möglichkeit, daß den Rutengängern vor Beginn der Versuche ihre Reaktionen nachzuprüfen Gelegenheit geboten wurde, mit Dr. Beyer ins Benehmen gesetzt. Die letzten Einzelheiten über Anordnung, Bekanntgabe usw. der Versuche sind dann mit Herrn Prof. Dr. Sauer und meinen Kollegen gemeinsam erst unmittelbar vor Beginn der Tagung selbst endgültig besprochen worden.

Nach Rücksprache mit den Leitern der in Betracht kommenden Salzwerke, den Herren Bergräten Lichtenberger und Dr.-Ing. Baur war für die systematisch-wissenschaftlichen Versuche Kochendorf, für die allgemeinen Rutenvorführungen Heilbronn gewählt worden. Maßgebend hierfür war, daß in Kochendorf durch den Bergbau an zwei Stellen das Ausgehende des Salzlagers nachgewiesen und durch mehrere benachbarte Kernbohrungen im unverritzten Felde bestätigt war. Die genannten Werksleiter hatten überdies ihrerseits durch Herstellung von Lichtpausen, die natürlich nur das Wegenetz über Tage und sonstige für die Orientierung notwendigen Punkte (Wegweiser, Weinberge, einzelstehende Scheunen, Wasserläufe, Brücken usw.) enthielten, die Leitung der Versuche, in die wir Kollegen von der württemberg. LA. uns teilten, in liebenswürdigster Weise unterstützt.

Auf der Tagung selbst, auf der wir durch die einstimmige Annahme der 5 Leitsätze, deren einer die Deutung der Rutenausschläge oder Reaktionen uns Geologen oder den Bergleuten überläßt, überrascht wurden, wurde nur unter Angabe passender Züge bekanntgegeben, daß die Rutengänger, welche sich an den systematisch-wissenschaftlichen Versuchen beteiligen wollten, am nächsten Morgen nach Kochendorf zu fahren hätten; alles übrige würde erst dort bekanntgegeben. So waren die Rutengänger über die Auswahl der Versuchsstrecke, über Art und Anordnung der Versuche selbst bis zum wirklichen Versuchsbeginn im unklaren; eine vorhergehende Begehung der Versuchsstrecke, eine Befragung

Mißtrauen gegen das ganze Problem hervorgerufen. Es galt also, die Wissenschaft schleunigst aufzuklären, bevor das Mißtrauen weiter Wurzel faßte. Dieses konnte nur durch praktische Versuche in Gegenwart von Wissenschaftlern geschehen." (!)

[1] Zeitschr. f. Wünschelrutenforschung. II. 4. p. 34: „vorzüglich geeignetes Gelände".

der ortseingesessenen Bevölkerung oder der Belegschaft über die geologischen Verhältnisse waren ausgeschlossen.

Die Breite und Ausführlichkeit bei der vorstehenden Schilderung der Vorbereitungen zu den Versuchen soll zeigen, daß einerseits allen Wünschen und Anregungen der Rutengänger soweit irgend möglich entgegengekommen war, andererseits aber seitens der württemberg. geol. LA. alles geschehen war, um zu einwandfreien Versuchsergebnissen zu gelangen, namentlich alles auszuschließen, was als eine vorherige un- oder unterbewußte Beeinflussung des Rutengängers aufgefaßt werden könnte.

Dazu sagt die „Zeitschr. f. Wünschelrutenforsch.", Bd. II, H. 4, p. 34/35: „Die ... gemachten Fehler wurden ausgeschaltet; kein Wissender hat die Rutengänger auf ihren Forschungen begleitet; die letzteren hatten hinreichend Zeit, die Strecken zu begehen, ohne sich gegenseitig zu stören: von dem Gelände waren Karten im Maßstabe von 1 : 2500 hergestellt worden, die jeder Teilnehmer erhielt. Die Wege selbst waren an jedem Kreuzungspunkte mit numerierten Pfählen versehen, an denen Pfeile angebracht waren, die die weitere Richtung der Begehung anzeigten. So war ein Irrtum unmöglich, und jeder Rutengänger konnte auf seiner Karte die Reaktionslinien (Wirkungsstreifen) sofort einzeichnen.

Auf dem Gelände waren weder Erdfälle noch Quellen oder sonstige Lokalzeichen (wie in ...) zu sehen, ebensowenig anstehendes Gebirge. Den Untergrund bildete Muschelkalk und Keuper; er war über eine große Strecke durch Bergbau und an einem Punkte durch eine Tiefbohrung mit Kerngewinnung erforscht. Keiner der beteiligten Rutengänger hatte dieses Gelände vorher betreten."

Zu den Versuchen stellten sich 9 Rutengänger zur Verfügung, denen allen die gleiche Aufgabe am Morgen unmittelbar vor Beginn der Versuche erst bekannt gegeben wurde: Feststellung des Ausgehenden des Salzlagers, des Wiederbeginns des Lagers und der größeren Hohlräume im Salzlager selbst (Firsten). Vor Beginn war den Rutengängern Gelegenheit geboten, ihre Salzreaktionen nachzuprüfen; denn Herr Bergrat Dr. Baur hatte einen Kasten Steinsalz stürzen lassen, an dem die Rutengänger ihre Ausschläge nachprüfen, gewissermaßen „Witterung" nehmen konnten. In Abständen von 15 und 20 Minuten, je nach eigenem Wunsch, wurden dann die einzelnen Rutengänger in Marsch gesetzt; sie, bezw. ihre Begleiter erhielten die oben erwähnte Lichtpause (Maßstab 1 : 2500), in der die rund 2 km lange Strecke mit roter Farbe bezeichnet war. Da vorauszusehen war, daß einige eine Begleitung wünschten, wozu sich meine Kollegen zur Verfügung gestellt hatten, so hatte ich diesen, um jede Beeinflussung durch Suggestion seitens des Begleiters unmöglich zu machen, keinen Einblick in den Grubenriß gewährt, von dem mir Herr Bergrat Dr. Baur eine Kopie auf Pauspapier hatte herstellen lassen. Auch kannten die Kollegen nicht die Lage der neueren Baue, über die die Versuchsstrecke führte. Da auf dem Teil der Markung Kochendorf, der für die

Versuche ausersehen war, jüngst eine Feldbereinigung stattgefunden hatte, so war es möglich gewesen, die von den Rutengängern zu begehende Strecke über die bereinigte Markung so zu legen, daß sie über die beiden Punkte selbst, bezw. in unmittelbarer Nähe vorbei führte, wo unter Tage das Auskeilen des linsenförmigen Steinsalzlagers durch die Strecken nachgewiesen war, ohne daß indes der Rutengänger aus der Form und Richtung der gewählten Strecke besonderen Argwohn hätte fassen können, der ihn an irgend einem Punkte zu größerer Aufmerksamkeit hätte veranlassen und warnen können. Bei dieser Auswahl mußte allerdings mit in Kauf genommen werden, daß ein Teil des zurückzulegenden Weges über unverritztes Feld führte, daß also in diesem Teil eine Nachprüfung über Richtigkeit oder Unrichtigkeit eines Rutenausschlags durch untertätigen Bergbau nicht erfolgen konnte. Sämtliche Reaktionen in dieser Teilstrecke scheiden also für uns zur Bewertung aus. Es schien mir aber ein Verschweigen dieser Tatsache um so mehr angezeigt zu sein, als etwa ein Hinweis: „Zwischen Pflock 5 u. 9 läßt sich die Richtigkeit der Rutenreaktion nicht nachprüfen, da dort noch keine Grubenaufschlüsse vorliegen" die Rutengänger zu einer erhöhten Aufmerksamkeit vor Pflock 5 und 9 veranlaßt hätte, was ich vermeiden wollte, um die Psyche der Rutengänger in keiner Weise zu beeinflussen.

Von den teilnehmenden Rutengängern, denen sich auch eine Dame angeschlossen hatte, gehören 8 dem „Internationalen Verein der Wünschelrutenforscher" an: der neunte, der übrigens angeblich nicht disponiert war und viele Versager hatte, steht dem Verein fern. Für die Bewertung der Kochendorfer Versuche sind daher von uns nur die Reaktionen der 8 Vereinsmitglieder berücksichtigt, von denen 3 „für alle Forschungen anerkannt", 4 nur „auf Wasser geprüft" sind, während 1 bisher nur außerordentliches Mitglied ist. Alle Rutengänger ließen sich begleiten; dazu hatten sich meine 4 Kollegen und einige außerordentliche Mitglieder erboten. Der Begleiter trug die Lichtpause und schritt die Entfernungen ab, so daß diese mechanischen Geschäfte dem Rutengänger erspart blieben. Ich selbst hielt mich von den Rutengängern fern, um jeden Einfluß auch durch unbewußte und ungewollte Suggestion meinerseits auszuschalten.

Der Versuchstag (Samstag, den 1. X. 21) war ein klarer, schöner Herbsttag, ohne Föhn- oder Gewitterstimmung. Die Versuche selbst dauerten von 8^{30} h bis 12^{45} h. Die Rute reagierte bei allen Teilnehmern sehr oft; verzeichnet sind z. B. bei einem Teilnehmer[1] im ganzen 98 Reaktionen! Er hatte auch auf einer

[1] Die Lichtpausen der Teilnehmer (mit Ausnahme von 2, die nachträglich zurückgefordert wurden für „Nachprüfungen" und nicht mehr zurückkamen) und die Deckpause des Grubenrisses liegen bei den Akten unserer Landesanstalt.

beliebig herausgegriffenen Strecke von 150 m 12 nachprüfbare Reaktionen. Für die große Mehrzahl der Ausschläge war ein Zusammenhang mit den bergbaulichen Aufschlüssen nicht erkennbar; sie konnten also nicht gedeutet werden. Ob der über dem Steinsalz liegende Hauptmuschelkalk und die Lettenkohle samt Löß usw., das darunterliegende Wellengebirge, Buntsandstein, Zechstein und das noch tiefere (?) Devon, das in dem unweit gelegenen Ingelfingen anläßlich einer 1857/62 niedergebrachten Bohrung auf Steinkohle angetroffen wurde, und somit wahrscheinlich auch hier unter dem erbohrten Zechstein (ohne Kalisalze!) vorhanden ist, von Störungen durchsetzt ist oder sonstige, die Rute beeinflussende, noch nicht erkannte Bodenschätze enthält, darüber wissen wir nichts.

Für die Bewertung der Kochendorfer Versuche mußte also nach einem anderen Bewertungsmaß gesucht werden und es wurden daher zunächst die beiden Stellen als Stichpunkte gewählt, wo die Versuchsstrecke über Tage das Ausgehende des Salzlagers beim Austritt und Wiedereintritt erreichte; weiter wurde der Beginn eines besonders starken Sicherheitspfeilers, in dem an anderer Stelle die Seilantriebsmaschine für die Streckenförderung eingebaut ist, gewählt. Hier, d. h. in der nächstgelegenen First, ist die gesamte Mächtigkeit des Steinsalzes bis unter den hangenden Salzton gewonnen, so daß auch dieser Punkt vom geologischen Standpunkt aus als Prüfstelle geeignet und begründet erscheint. Es ergeben sich also für jeden der 8 Rutengänger 3 kritische Punkte = 24 Punkte. Der eine Rutengänger war an dem einen Punkt ermüdet, so daß 23 Punkte übrig bleiben.

Es erfolgten an oder in unmittelbarster Nähe dieser 3 Stellen insgesamt 21 Reaktionen (91,3 %), so daß, wenn wir uns die heutige Anschauung der Rutengänger zu eigen machen, daß nämlich die Deutung des Rutenausschlages dem Geologen überlassen werden soll und lediglich, unabhängig von der gegebenen Deutung, Eintritt oder Ausbleiben der Reaktion als entscheidend für den Wert oder Unwert der Rute gelten soll, den Kochendorfer Versuchen ein Erfolg der Rute nicht abgesprochen werden kann. Läßt man aber, der bisherigen Gepflogenheit folgend, nur die Fälle gelten, in denen der Rutengänger den Rutenausschlag auch richtig zu deuten vermochte, dann muß man die Kochendorfer Versuche als Mißerfolge ansprechen: denn in nur 2 der 23 Fälle hat der Rutengänger seinen Ausschlag richtig gedeutet, also nur 8,3 % Treffer gehabt! Dieses ungünstige Ergebnis ist aber um so auffälliger, wenn man bedenkt, daß der Rutengänger nur anzugeben hatte: Salz oder kein Salz unter mir! Ja, hier ist nicht einmal die Ziffer erreicht worden, welche nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu erwarten war. Dabei kann meines Erachtens wenigstens die hier vorliegende Aufgabe nicht als besonders schwierig bezeichnet werden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die Kochendorfer Versuche den Beweis erbracht haben, daß in der überwiegenden Anzahl der 23 Fälle die Rute in der Hand eines befähigten, über reichere Erfahrung verfügenden Rutengängers auf stoffliche Veränderungen im Untergrunde richtig reagiert, daß aber selbst bei einer m. E. verhältnismäßig leichten Aufgabe wie der vorliegenden der Rutengänger die Art dieser Veränderung nur in den wenigsten Fällen aus seinem Rutenausschlag zu erkennen, die Reaktion also richtig zu deuten vermocht hat. Die Kochendorfer Versuche haben den überwältigenden Beweis erbracht, daß die heutige Forderung der Rutengänger, die Deutung ihrer Reaktionen dem Geologen zu überlassen, völlig zu Recht besteht. Die Rute kann also noch nicht der beratenden Stimme des Geologen entbehren; sie ist vorläufig noch kein vollwertiges und zuverlässiges Werkzeug, selbst in der Hand des erfahrensten Rutengängers, zur Neuerschließung von Bodenschätzen. Andererseits haben die 23 Kochendorfer Versuche den unwiderleglichen Beweis erbracht, daß die Rute auf stoffliche Veränderungen reagiert. Inwieweit diese stofflichen Veränderungen im Untergrunde auf „Deformationen im elektrischen Felde“ [1] zurückzuführen sind, die die Rute in der Hand des befähigten Rutengängers ausschlagen lassen, dies zu entscheiden müssen wir Geologen zunächst den Physikern oder Geophysikern überlassen, nach denen dann die Physiologen und Neurologen oder Psychiater das Wort haben zur Entscheidung der für die Allgemeinheit sehr wichtigen Frage, ob jemand über die ihn zum Rutengänger befähigenden spezifischen Eigenschaften verfügt, oder ob er als Schwindler zu bezeichnen ist, der auf die Dummheit oder Leichtgläubigkeit bauend, seinen lieben Mitmenschen nur das Geld aus der Tasche ziehen will.

Die württembergische geologische Landesaufnahme leugnet also das Rutenphänomen als solches keineswegs, sondern erkennt es an; sie steht der Rute weder ablehnend, noch feindlich gegenüber, was ja schon aus der Tatsache hervorgeht, daß sich ihr Leiter und die Aufnahmebeamten vollzählig an den Versuchen in Kochendorf und Heilbronn dienstlich beteiligt haben. Sie hat nicht nur dort ihre Beobachtungen gemacht und Erfahrungen gesammelt, sondern hat außerdem alle ihr dienstlich oder durch die Tagespresse bekannt gewordenen Fälle, wo man innerhalb der schwarz-roten Grenzpfähle die Rute zu Rat gezogen hat, durch ihre Beamten, ganz unabhängig, ob die Rute mit Erfolg oder erfolglos angewandt worden ist, prüfen und untersuchen lassen. Nach all diesen Ergebnissen und Erfahrungen muß sie aber unter allen Umständen darauf bestehen, daß überall, wo auf Rutenansage hin Grabungen,

[1] Vgl. Hascheck-Herzfeld's Aufsatz in den „Naturwissenschaften“, Bd. IX, Nr. 51 vom 23. XII. 1921, p. 1028 ff.

Schürfungen, Bohrungen oder sonstige Aufschlußarbeiten unternommen werden sollen, vor Beginn der Arbeiten ein erfahrener Berufsgeologe, der sich in der betreffenden Gegend und in den dort vorkommenden Formationen, bezw. Gesteinen gründlichst auskennt und selbst nicht Rutengänger ist, befragt wird. Eine derartige Nachprüfung muß nicht nur bei Anfängern, sondern selbst bei den erprobtesten Rutengängern stattfinden; denn auch diese sind nicht frei von Fehlschlägen und Mißerfolgen und können als Menschen menschlichen (und auch nachgewiesenen) Irrtümern unterliegen und ihre sonst echten Ausschläge falsch deuten. Die beratende Stimme des Geologen muß also unter allen Umständen heute noch unbedingt gehört werden.

Das Handskelett von *Gigantosaurus robustus* u. *Brachiosaurus Brancai* aus den Tendaguru-Schichten Deutsch-Ostafrikas.

Von **W. Janensch.**

Mit 7 Textfiguren.

(Mitteilung 4 der Paläontologen-Vereinigung Berlin.)

Rechte Hand von *Gigantosaurus robustus* E. Fraas[1].

(Fig. 1—4[2].)

Die Hand wurde in nur unbedeutend gestörter natürlicher Lage der einzelnen Teile zueinander bei sehr steiler, nahezu senkrechter Stellung der Mittelhandknochen im Gestein unweit von Fraas' Fundstelle des Skelettes B *(Gigantosaurus robustus)* südlich der

---

[1] Die beiden von E. Fraas (Palaeontogr. 55. 1908. p. 105—144) als *Gigantosaurus africanus* und *G. robustus* unterschiedenen Arten der Tendaguru-Schichten sind, wie die Untersuchung der Ausbeute der Tendaguru-Expedition ergibt, generisch zu trennen. *G. africanus* hat Halswirbel mit geteiltem, *G. robustus* solche mit einfachem Dornfortsatze. Bei *G. africanus* haben die Wirbelkörper der mittleren Schwanzregion wie bei *Diplodocus* und *Barosaurus* niedrigen Querschnitt und die bezeichnende ventrale, kantig begrenzte, eingesenkte Fläche, bei *G. robustus* hohen Querschnitt mit schmaler ventraler Rundung. Das Extremitätenskelett ist bei *G. robustus* viel plumper als bei der anderen Art. Auf Grund der Übersicht über das bislang präparierte Material von *G. africanus* vermute ich, daß diese Art sich als zu *Barosaurus* gehörig erweisen wird, und stelle sie daher mit Vorbehalt zu dieser Gattung. Es verbleibt dann die andere Art, *G. robustus*, allein bei *Gigantosaurus*. — Von zoologischer Seite, von R. Sternfeld (Sitz.-Ber. naturf. Fr. 1911. p. 398), ist unternommen worden, den von E. Fraas aufgestellten Gattungsnamen *Gigantosaurus* einzuziehen und durch einen neuen zu ersetzen, da dieser Name schon früher von Seeley in anderem Sinne gebraucht sei. Fraas hatte selbst darauf hingewiesen, daß die Endphalange, auf die Seeley seine

Tendaguru-Kuppe in der oberen Saurierschicht dicht unter der Erdoberfläche gefunden. In unmittelbarer Nähe lagen keine anderen Knochen, die durch ihre Lagebeziehung als vom gleichen Tiere stammend angesehen werden müßten. Die Zugehörigkeit der Hand zu *G. robustus* erwies die Fundstelle P, wo zwei Vorderextremitäten zusammen mit zwei Hinterextremitäten, wie sie E. Fraas von dieser Art beschrieben hat, und weiteren Knochen gefunden wurden.

Von der Handwurzel war nichts vorhanden. Allen Mittelhandknochen ist gemeinsam, daß die proximalen Endflächen in geringem Maße konvex gestaltet und in mäßigem Grade grubig skulptiert sind; nach den an benachbarte Mittelhandknochen anstoßenden Rändern zu verstärkt sich die grubige Skulptur zu stark eingesenkten Riefen. Die Umrißform der proximalen Endflächen der einzelnen Mittelhandknochen ist aus Fig. 3, die Gestalt ihrer Querschnitte im distalen Teile aus Fig. 4 zu ersehen. Die mittleren Mittelhandknochen haben ein ausgesprochen konkaves dorsales[3] Längsprofil.

Die einzelnen Elemente der Mittelhand seien nachfolgend kurz gekennzeichnet:

Erstes Metacarpale: Stark und plump. Proximalfläche etwas unregelmäßig vierseitig gestaltet, der gradlinig verlaufende volarwärts mit dem lateralen Rande konvergierende mediale Rand geht in gleichmäßiger Rundung in den dorsalen und volaren Rand über. Der Schaft, der am proximalen Ende seine größte Stärke

---

Gattung *Gigantosaurus* begründet hatte, später von Lydekker zu *Ornithopsis* gestellt sei, so daß der Name eliminiert sei. Jene als *Gigantosaurus* bezeichnete Endphalange, sowie eine zur selben Art gestellte Fibula sind nie abgebildet worden, so daß Seeley's Gattung schon aus diesem Grunde nicht berücksichtigt werden könnte. Durch die Zuweisung der beiden Stücke, auf die *Gigantosaurus* Seeley aufgestellt ist, zu *Ornithopsis*, die auch Zittel im „Handbuch" übernommen hat, ist Seeley's Gattungsname endgültig ausgeschieden; er ist in der Literatur auch nie wieder im Sinne Seeley's aufgenommen worden. Die letzte von Broili besorgte Ausgabe von Zittel's „Grundzügen" und Abel's „Stämme der Wirbeltiere" behalten *Gigantosaurus* E. Fraas mit Recht bei. Ich schließe mich dem an. — Die sinngemäße Anwendung wohlbegründeter Nomenklatur-Regeln ist gewiß wünschenswert. Sie sollen aber Mittel zur Ordnung, nicht Selbstzweck sein; sie rückwirkend in Fällen durchzuführen, wo nicht das geringste Bedürfnis dazu vorliegt, wie bei *Gigantosaurus* E. Fraas, macht die Nomenklatur nur unnütz kompliziert und unübersichtlich, bringt also keinen Gewinn, sondern nur Nachteile.

[2] Herr Dr. A. Ebert verpflichtete mich für die Anfertigung der Zeichnungen zu Dank.

[3] Die Bezeichnungen „volar", „dorsal", „medial", „lateral" sind stets im üblichen Sinne gebraucht, ohne Rücksicht darauf, daß durch die steile und im Kreise angeordnete Stellung der Mittelhandknochen eine in mancher Beziehung von der ursprünglichen abweichende Lagebeziehung bedingt wird.

in dorso-volarer Richtung hat, hat diese infolge vollständiger Änderung der Querschnittsform am Distalende in fast dazu senkrechter, lateral-medialer Richtung. Das distale Ende trägt eine im allgemeinen ziemlich glatte Gelenkfläche. Ein breiter Sulcus ist deutlich ausgeprägt; der mediale Condylus ist sehr viel stärker als der laterale, er ragt sehr viel höher auf die dorsale Seite herauf.

Zweites Metacarpale: Die proximale Endfläche ist ausgesprochen dreiseitig mit sehr spitzem volarwärts gerichtetem Winkel.

Fig. 1. Rechte Hand von *Gigantosaurus robustus* E. Fraas. Ansicht der vier inneren Strahlen. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.

Der mäßig schlanke Schaft ist in seinem mittleren Teil nur wenig verjüngt. Der in volar-dorsaler Richtung hohe Querschnitt flacht sich distalwärts stark ab und schärft sich hier auf der lateralen Seite zu. Das distale Gelenkende verbreitert sich besonders auf der lateralen Seite und ragt hier auch distalwärts weiter vor, als auf der medialen Seite. Die Gelenkgleite reicht auf die Dorsalseite hinauf.

Drittes Metacarpale: Die proximale Endfläche hat etwa den Umriß eines rechtwinkligen Dreieckes, dessen kleinster Winkel volarwärts gerichtet ist, und dessen rechter Winkel dorsal-medial liegt. Der Schaft ist in seiner proximalen Hälfte stark seitlich zusammengedrückt und läuft hier volarwärts in eine wulstige rauhe Kante aus; distalwärts wird der Querschnitt breiter und niedriger. Das distale Gelenkende ragt lateralwärts stark heraus. Die Gelenk-

gleite zieht sich nur in geringem Maße auf die Dorsalseite herauf und zwar ganz nach der Medialseite zu.

Viertes Metacarpale: Die proximale Endfläche ist sehr schmal, volarwärts zu verschmälert sie sich keilförmig und endigt in abgerundeter Spitze. Der Schaft hat in seiner proximalen Hälfte einen dementsprechend schmalen keilförmigen, vorn gerundeten Querschnitt, der distalwärts etwa die Form eines rechtwinkligen Dreiecks annimmt, dessen kurze Kathete medial liegt. Das distale Gelenkende hat ausgesprochen dreiseitigen Umriß, dessen spitzer Winkel lateral liegt. Die Gelenkgleite zieht sich medial nur unbedeutend auf die Dorsalseite hinauf, ein Sulcus ist auf der Volarseite nur angedeutet.

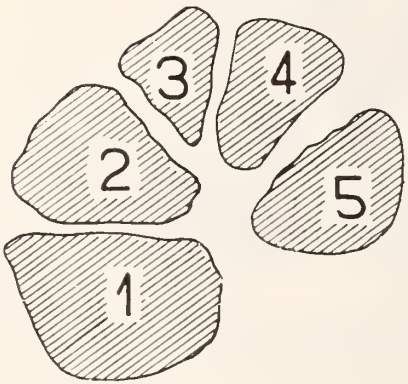
Fig. 2. Rechte Hand von *Gigantosaurus robustus* E. Fraas. Ansicht der drei äußeren Strahlen. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.

Fünftes Metacarpale: Die proximale Endfläche bildet ein niedriges, annähernd gleichschenkliges Dreieck, dessen gerade Basis an das 4. Metacarpale stößt, und dessen stumpfwinklige Spitze flach abgerundet ist. Der Schaft ist kräftig, sein proximal dreieckiger Querschnitt wird distal flach oval. Das Distalende verbreitert sich stark und hat etwa ovalen Umriß. Die stark grubig skulptierte Gelenkfläche reicht in der Mitte etwas auf die Dorsalseite hinauf. Ein Sulcus ist kaum angedeutet.

Phalangen des ersten Fingers: Die erste Phalange ist ein sehr kurzer, plattenförmiger, medialwärts sich verschmälernder Knochen. Der laterale Condylus hebt sich in mäßiger Wölbung heraus; ein medialer ist nicht entwickelt. Die zweite Phalange ist als sehr kräftige Klaue ausgebildet. Die schief aufsitzende proximale Gelenkfläche ist konkav und hat schmal hocheiförmigen

Maße der Mittelhandknochen von *Gigantosaurus robustus* E. Fr.

	Größte Länge	Proximalende		Distalende		Geringste Breite des Schaftes	Geringst. Umfang d. Schaftes
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1. Metacarpale	248	90	136	109	med. 99 lat. 70	70	225
2. „	281	103	etwa 114	102	med. 75 lat. 73	66	191
3. „	256	80	98 längs des lat.Randes	91	med. 69 lat. 52	45	157
4. „	249	80	112	92	med. 73	45	146
5. „	238	74 senkr. zum med. Rand	119 medialer Rand	125	80	67	199



3

4

Fig. 3. Umrisse der Proximalflächen der Mittelhandknochen der rechten Hand von *Gigantosaurus robustus* E. Fraas. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.

Fig. 4. Querschnitte durch die Mittelhandknochen der rechten Hand von *Gigantosaurus robustus* E. Fraas, distal von der Mitte in der bei der Grabung gefundenen Stellung im Gestein. $\frac{1}{5}$ nat. Gr.

Umriß, dessen breiteres Ende volar liegt. Die Klaue weist eine Drehung auf, indem sich der Längsdurchmesser des Querschnittes im Sinne des Uhrzeigers um etwa 45° bis zum Distalende dreht.

Phalangen des zweiten Fingers: Die erste Phalange ist kurz und hoch, ihre proximale Gelenkfläche flach weitgrubig skulptiert, von gerundet dreiseitigem Umriß. Die distale Gelenkfläche hat niedrig rechteckigen Umriß. Ein sehr unbedeutend aus-

gebildeter mittlerer Sulcus trennt zwei ganz schwach entwickelte Condylen. Die zweite Phalange stellt ein flaches, etwa dreiseitig umrissenes, auf der einen (volaren?) Seite durch Gruben und Zapfen ganz unregelmäßig gestaltetes Rudiment dar.

Die Phalange des dritten Fingers ist ziemlich breit und niedrig, ihre proximale Fläche breit oval, eben; die kräftig quer und längs gewölbte, langgestreckte distale Endfläche ist ausgezeichnet durch zwei quer hinüberziehende gewölbte Rücken, von denen sich der mediale dorsalwärts höckerartig heraushebt.

Die Phalange des vierten Fingers stellt einen ziemlich plump spindelförmigen, ringsum gerundeten, am einen (medialen?) Ende dünner und spitzer gestalteten Körper dar.

Die Phalange des fünften Fingers hat etwa die Form eines der Länge nach durchgeschnittenen ziemlich umfangreichen Ellipsoids, dessen ziemlich ebene Schnittfläche die proximale Fläche darstellt.

Maße der Zehenknochen der Hand von *Gigantosaurus robustus* E. Fr.

		Länge	Proximalende		Distalende	
			Breite	Dicke	Breite	Dicke
1. Finger	1. Phal.	dorsal 35 volar 61	91	76	97	77
1. „	2. „	156	70	103	—	—
2. „	1. „	50	71	65	83	med. 50 lat. 52
2. „	2. „	19	43	30	—	—
3. „	1. „	61	66	etwa 53	82	42
4. „	1. „	34	67	43	—	—
5. „	1. „	43	84	58	—	—

Carpale: Bei der vorher beschriebenen Hand fand sich kein Carpalknochen. Ein vollständiger und Teile eines zweiten lieferte dagegen die Grabungsstelle P in der oberen Saurierschicht, wo zwei linke Hände der gleichen Art und Größe aufgedeckt wurden, davon die eine ziemlich vollständig, wenn auch in angewittertem Zustande. Der zu letzterer gehörige Carpalknochen ist flach, hat etwas gestreckt eiförmigen Umriß, eine Länge von 156, eine wohl nicht ganz vollständig erhaltene Breite von etwa 105 mm. Der eine Längsrand ist bis auf etwa 1½ cm Stärke verdünnt. Der andere Längsrand verdickt sich von etwa 43 mm am einen Ende auf etwa 70 mm gegen das andere Ende zu; die größte Dicke des Knochens beträgt hier 74 mm. Die eine Hauptfläche ist annähernd eben, die andere auf der einen schwächeren Seite flach konkav eingesenkt. Vereinzelte z. T. große Gruben weisen die Ränder auf, die Hauptflächen sind dagegen in der Hauptsache flach.

Die Aufstellung der Hand erfolgte in der Weise, wie sie im Boden gefunden wurde, also mit im $\frac{3}{4}$-Kreise angeordneten steilstehenden Mittelhandknochen; nur wurde distal der erste näher an den zweiten herangerückt, und der fünfte weiter von dem vierten entfernt, als es die an der Fundstelle gezeichnete Skizze quer durch die Mittelhand (Fig. 4) darstellt. Die proximalen Endflächen der Mittelhandknochen schließen sich infolge ihrer Dreieckform zu einer halben Kreisfläche zusammen, die eine nur verhältnismäßig kleine zentrale Lücke freilassen (Fig. 3). Es ergibt sich eine merklich geneigte Stellung des kurz säulenförmigen Metacarpus infolge der lateralwärts abnehmenden Länge der Mittelhandknochen, wodurch die proximale Fläche des Metacarpus ein Gefälle auf die Lateralseite zu erhält. Bei dieser Aufstellung ist von der Auffassung ausgegangen, daß die vier äußeren klauenlosen Strahlen mit ihren distalen Enden annähernd gleich weit vom Boden entfernt waren.

Die Phalangen lagen noch ganz oder annähernd an ihrem richtigen Platze distal von den zugehörigen Metacarpalien, nur bei der Phalange des vierten Strahles war aus der Lage allein nicht erkennbar, ob sie zum dritten oder vierten gehört. Für eine etwaige zweite Phalange des dritten Strahles wäre sie aber viel zu groß, da das Distalende der ersten Phalange dieses Strahles nicht als Gelenkgleite, sondern unregelmäßig höckerig gestaltet und nicht vergleichbar ist mit der gut entwickelten distalen Gelenkfläche der ersten Phalange des zweiten Strahles, auf der das nur winzige Rudiment einer zweiten Phalange sitzt. Bei der Aufstellung der Hand ergab sich ganz in Übereinstimmung mit dem Befund bei der Ausgrabung, daß die große Klaue des ersten Fingers sich infolge der ihr innewohnenden Drehung mit der lateralen Fläche halb auf den Boden legt. Die Stellung der Phalangen der übrigen Metacarpalien in der Richtung der Verlängerung ihrer Längsachse ergibt sich aus deren Facetten. Nur am fünften Mittelhandknochen, bei dem sich die distale Facette dorsal etwas aufwölbt, dürfte die Phalange etwas dorsal über der Längsachse des letzteren gesessen haben.

Rechte Hand von *Brachiosaurus Brancai* Jan.

(Fig. 5—7.)

Die im nachfolgenden behandelte Hand gehört zu dem von mir bereits beschriebenen und abgebildeten (Arch. f. Biontol. III. 1914. p. 88 ff. Fig. 2—4) rechten Ober- und Unterarmknochen des Skeletts S aus der mittleren Saurierschicht südlich der Tendaguru-Kuppe. Die Mittelhandknochen lagen noch im ganzen in der distalen Verlängerung der Unterarmknochen, jedoch nicht mehr im unmittelbaren Zusammenhang mit diesen, sondern in einem größeren Abstande von ihnen. Elemente des Carpus wurden nicht gefunden. Die

einzelnen Metacarpalia waren voneinander getrennt und gaben kein Bild ihres ursprünglichen Zusammenhanges. Die fünf proximalen Phalangen lagen in größerer Entfernung verstreut; ihre Zugehörigkeit zu den Mittelhandknochen war aus ihrer Lage nicht mehr erkennbar. Die Klaue des ersten Fingers fand sich nicht mehr in situ im Gestein, sondern im Geröll des Bachbettes, das die Fundstelle angeschnitten hatte; die Bestimmung dieser Klaue als die des rechten Daumens ergab der Vergleich mit denen des *Brachiosaurus* der Grabungsstelle R.

Die proximalen Endflächen aller Metacarpalien, deren Umriß Fig. 7 zeigt, sind mäßig stark grubig skulptiert; ihre distalen Endflächen haben nur eine ganz unbedeutende Wölbung in dorsal-volarer Richtung.

Erstes Metacarpale: Gerade gestreckt, proximal breit und flach distalwärts sich gleichmäßig über $\frac{2}{3}$ der Länge verschmälernd, dann sich wieder etwas verbreiternd zu dem nur schwach entwickelten Distalende. Die proximale Endfläche hat etwa die Form einer in der Mitte durchgeschnittenen Sichel. Der Querschnitt des Schaftes nimmt distalwärts allmählich einen flach dreieckigen Umriß an und wird am Distalende unregelmäßig rhombisch. Hier ist ein lateraler Condylus auf der Volarseite als kleiner gerundeter flacher Knopf schwach entwickelt.

Zweites Metacarpale: Schlank gerade gestreckt. Die ebene proximale Endfläche hat den Umriß eines an den Ecken abgerundeten rechtwinkligen Dreiecks. Der in dorso-volarer Richtung hohe Querschnitt des gleichmäßig schmalen Schaftes wird distalwärts niedrig dreieckig. Das Distalende verbreitert sich kräftig. Die rauhe, grubig skulptierte distale Endfläche ist unregelmäßig vierseitig. Auf der Volarseite sind zwei Condylen durch Ausbildung einer schmalen Fossa ausgeprägt, von denen der mediale der umfangreichere ist.

Drittes Metacarpale: Gerade gestreckt, schlank, am proximalen und distalen Ende sich verbreiternd. Eine mittlere Partie des Schaftes ist nach dem Längenverhältnis der Mittelhandknochen einer anderen Hand eines *Brachiosaurus* (R) ergänzt. Die proximale Endfläche ist stark konvex, in dorso-volarer Richtung niedrig dreiseitig. Der im Proximalteil dreieckige Querschnitt des Schaftes wird vor dem Distalende niedrig elliptisch. Die distale Endfläche ist etwas niedriger als beim zweiten Metacarpale. Ein sehr flacher Sulcus verläuft über die Distalfläche und setzt sich als schmale gut ausgeprägte Fossa auf die Volarseite fort, hier einen breiteren lateralen und einen schmaleren medialen Höcker scheidend.

Viertes Metacarpale: Schlank, schwach gekrümmt in medial konvexer Biegung; Proximal- und Distalende kräftig verbreitert. Der Schaft hat dreiseitigen Querschnitt, der am Distalende in einen niedrig rechtseitigen mit abgerundeten Ecken über-

geht. Die laterale Wand des Schaftes zeigt im Proximalteil eine in ihrer ganzen Breite kräftige proximalwärts an Stärke zunehmende Einsenkung, die im dreiseitigen Umriß der proximalen Endfläche eine breite Einbuchtung bedingt.

Fünftes Metacarpale: Der Knochen ist in seiner proximalen Endfläche sehr schmal, das Distalende verbreitert sich dagegen sehr bedeutend. Die Proximalfläche hat den Umriß einer sehr schmalen Ellipse, deren volares Ende etwas verschmälert ist. Distalwärts nimmt der Schaft eiförmigen Querschnitt an mit größerer Breite auf der medialen Seite. Das auf der Medialseite ergänzte Distalende ist jedenfalls auf der Lateralseite von niedrig rechteckigem Umriß; seine distale Endfläche ist annähernd eben, grubig skulptiert.

Maße der Mittelhandknochen von *Brachiosaurus Brancai* Jan.

	Größte Länge	Proximalende		Distalende		Geringste Breite des Schaftes	Geringst. Umfang d. Schaftes
		Breite	Dicke	Breite	Dicke		
1. Metacarpale	586	104	214	112	97	101	269
2. „	634	121	170	etwa 172	med. 136	89	265
3. „	etwa 597	163	120	166	med. 115 lat. 105	84	251
4. „	572	246	151	etwa 150	lat. etwa 102	73	246
5. „	490	76	127	etwa 142	etwa 102	56	224

Phalangen des ersten Fingers: Die erste Phalange hat im ganzen ziemlich kubische Gestalt. Der zum großen Teil fehlende Rand der proximalen Gelenkfläche ist ergänzt. Letztere zeigt unregelmäßige flache Erhabenheiten. Der eigentliche Körper der Phalange ist ringsum kräftig konkav eingezogen. An der distalen Gelenkgleite scheidet ein in dorsal-volarer Richtung sich immer stärker ausprägender mittlerer Sulcus die beiden ziemlich schmalen Condylen. Der als schwache Klaue ausgebildeten zweiten Phalange fehlt der distale Abschnitt. Die Gestalt ist seitlich stark zusammengedrückt. Die proximale Gelenkfläche ist schmal. Die dorsale Kontur verläuft sehr schwach konvex. Die Ergänzung des fehlenden distalen Endes ist nach der rechten Klaue von R vorgenommen, nur erhielt entsprechend der wesentlich schwächeren Krümmung der dorsalen Kontur die ganze Klaue eine etwas größere Länge.

Phalange des zweiten Fingers: Proximalfläche annähernd eben, im ganzen etwa oval. Der eigentliche Körper kurz, abgeflacht, ringsum eingezogen, besonders stark auf der Volarseite. Distal sind zwei durch schmalen flachen Sulcus getrennte ziemlich

gleichgroße Condylen kräftig ausgeprägt; beide verlaufen mit ihrer Längsachse jederseits volarwärts schräg nach außen.

Phalange des dritten Fingers: Die auf der Medialseite ergänzte Phalange ist ziemlich flach. Die annähernd ebene Proximalfläche hat, soweit aus dem größeren erhaltenen Abschnitt zu schließen ist, elliptischen Umriß. Die distale Kontur, die in etwa $\frac{3}{5}$ Länge erhalten ist, bildet in Dorsalansicht einen gleichmäßigen stark gekrümmten Bogen, also keine Einsenkung in der Mitte.

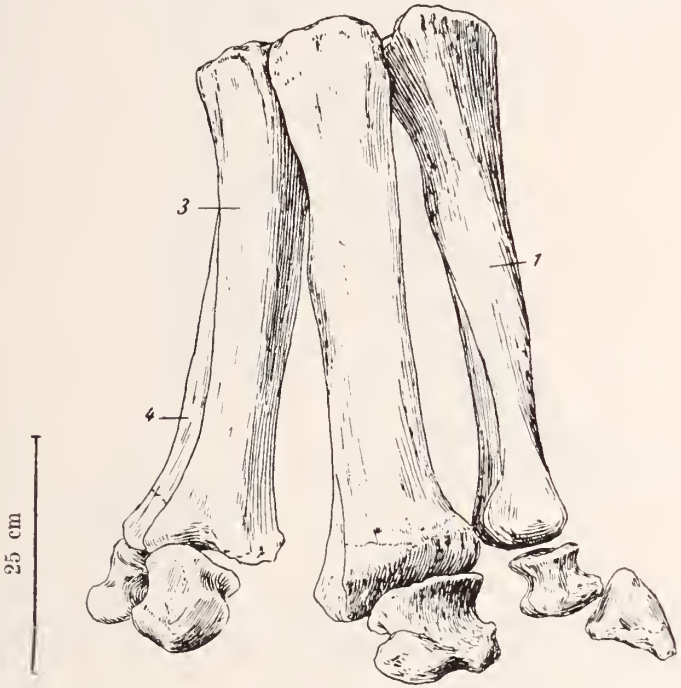


Fig. 5. Rechte Hand von *Brachiosaurus Brancai* W. Jan. Ansicht der vier inneren Strahlen. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.

Dagegen zeigt die distale Ansicht, daß die Distalfläche durch eine schmale Einsenkung auf der volaren und eine ganz flache breite auf der dorsalen Seite in zwei condylusartige Abschnitte gegliedert wird.

Phalange des vierten Fingers: Diese Phalange ist der eben beschriebenen sehr ähnlich, sie weicht von ihr in folgenden Punkten ab: Die Länge ist etwas geringer, der Winkel zwischen dorsaler und proximaler Fläche ist etwas kleiner, das ziemlich symmetrisch gebaute Distalende flacher, die Gliederung des letzteren in zwei condylenartige Abschnitte ist dadurch noch etwas undeutlicher, daß die Einsenkung im dorsalen Rande flacher und weniger ausgeprägt ist.

Phalange des fünften Fingers: Die ziemlich lange Phalange ist sehr flach, die Dorsalfläche eiförmig, lateralwärts verschmälert. Das Distalende ist medial gerundet, verschmälert sich lateralwärts zu immer mehr und läuft in gleichmäßiger Krümmung in eine schmale Kante aus, die auf der Lateralseite entlang bis zum Proximalende reicht.

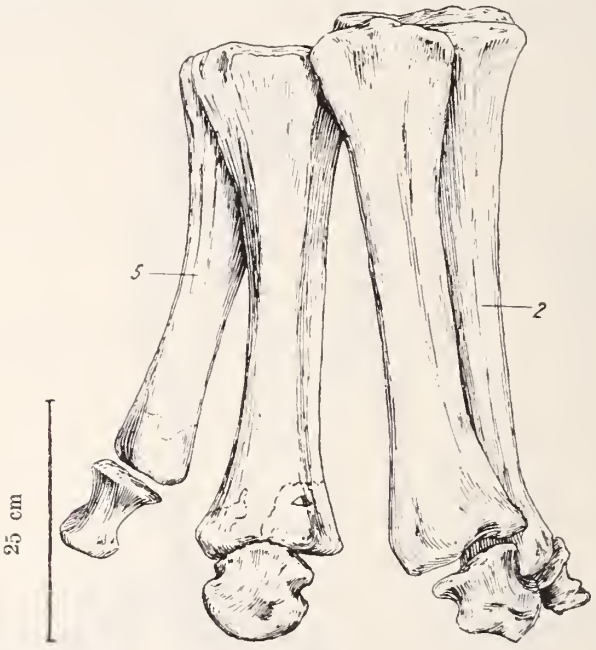


Fig. 6. Rechte Hand von *Brachiosaurus Brancai* W. Jan. Ansicht der vier äußeren Strahlen. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.

Maße der Phalangen der Hand von *Brachiosaurus Brancai* Jan.

	Länge	Proximalende		Distalende	
		Breite	Dicke	Breite	Dicke
1. Finger 1. Phal.	82	etwa 97	etwa 84	etwa 90	etwa 76
1. „ 2. „	—	42	82	—	—
2. „ 1. „	101	122	94	135	med. 76 lat. etw. 64
3. „ 1. „	100	—	etwa 79	—	lat. 59
4. „ 1. „	93	105	etwa 85	108	med. 57 lat. 48
5. „ 1. „	109	117	80	100	55

Carpale: Bei der Hand des Skelettes S ist ein Carpalknochen nicht gefunden, dagegen wurde an der Grabungsstelle R unter den Resten eines *Brachiosaurus* ein rechter und linker Carpalknochen gewonnen. Beide Stücke stimmen im wesentlichen vollständig miteinander überein. Es handelt sich um flache Knochen vom Umriß eines annähernd gleichseitigen Dreiecks mit gerundeten Ecken und einem Durchmesser senkrecht über den Seiten von 12—13 cm. Die größte Stärke liegt in einer Ecke mit etwa $5\frac{1}{2}$ cm, sonst beträgt die Dicke durchschnittlich etwa 4 cm. Die Ränder sind grubig zerschnitten, nur an der dicksten Ecke ist die senkrechte Wand auf eine Erstreckung von 6 cm hin einigermaßen glatt. Die eine Hauptfläche ist grubig skulptiert, besonders grob in einer Zone längs der einen Seite; die andere Fläche ist glatt mit einer flachen Aufwölbung etwa in ihrer Mitte.

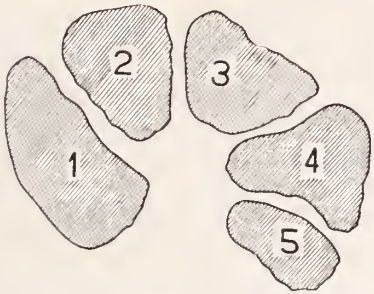


Fig. 7. Umrisse der Proximalflächen der Mittelhandknochen der rechten Hand von *Brachiosaurus Brancai* W. Jan. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.

Bei der Aufstellung der Hand (Fig. 5, 6) haben die Mittelhandknochen eine steile Stellung erhalten und sind in einem hinten offenen $\frac{3}{4}$-Kreise angeordnet. Die Proximalflächen der vier medialen Metacarpalien schließen sich infolge der Dreiecksform des zweiten bis vierten zu einer halben Kreisfläche zusammen, die im Zentrum eine Lücke aufweist (Fig. 7). Das fünfte Metacarpale legt sich in die laterale Aushöhlung der vierten. Infolge der Längenabnahme der Strahlen in lateraler Richtung ergibt sich eine Schrägstellung für die Hand und eine Neigung der Proximalfläche des Metacarpus nach der Lateralseite zu.

Für die säulenartige Anordnung der Mittelhandknochen spricht außer der Gestalt ihrer Proximalflächen die Beobachtung an der bis auf eine Phalange vollständigen linken Hand des Exemplares vom *Brachiosaurus* der Grabungstelle R. Die Mittelhandknochen fanden sich hier in der Verlängerung des Vorderarmknochens nur wenig von ihnen abgerückt. Die Knochen waren durch Querbrüche zerstückelt und auseinandergezogen. Bemerkenswerterweise lag das fünfte Metacarpale auf dem ersten, das vierte auf dem zweiten, das

dritte dann allein; alle fünf waren im ganzen annähernd parallel geordnet; ein seitlicher Zusammenschluß war nicht mehr vorhanden, sondern es hatte ein geringes Abrücken voneinander stattgefunden. Die Knochen waren offensichtlich infolge ihrer Lage nahe der Erdoberfläche von den Einwirkungen des Gehängekriechens betroffen worden. Die geschilderte Anordnung der Mittelhandknochen ist kaum zu erklären bei einer plantigraden Hand, bei der sie nebeneinander in einer Ebene oder in einem flachen Bogen liegen; eine solche würde sich bei horizontaler oder flach geneigter Einbettung sicherlich auf die volare oder dorsale Fläche gelegt haben, so daß dann die einzelnen Metacarpalien in ihrer richtigen Reihenfolge zu liegen kommen würden; dagegen ist jene Anordnung nur verständlich bei der röhrenförmigen, parallelen Stellung der Metacarpalien eines Säulenfußes und kann daher als Beweis für eine derartige Auffassung angesehen werden.

Die Zuordnung der verschiedenen Phalangen zu den einzelnen Metacarpalien, wie sie bei der Aufstellung vorgenommen wurde, ergab sich aus dem Lagebefund bei R, sowie aus dem Vergleich des ganzen Materiales an Handphalangen von *Brachiosaurus*. Die bei der Hand von S gefundene Klaue kann, da bei der Sauropodenhand eine solche bisher stets nur am ersten Finger nachgewiesen ist, unbedenklich diesem zugerechnet werden.

Der bereits oben besprochene unpaare Carpalknochen der Hand von R lag distal vom Radius. Man müßte, wenn dies tatsächlich seine ursprüngliche Lage ist, daraus schließen, daß er die inneren Metacarpalien überdeckte. Auf der lateralen Seite würde dann ein knöchernes carpales Element fehlen, oder vielleicht auch nicht erhalten sein. Hatcher stellt bei *Brontosaurus* (= *Apatosaurus*) den gleichfalls unpaaren Carpalknochen über die mittleren Mittelhandknochen, also nicht über den ersten. Eine eingehende Besprechung der schwierigen Frage der Stellung und Deutung der Carpalknochen bei Sauropoden würde an dieser Stelle zu weit führen.

Wie die vorhergehenden Ausführungen gezeigt haben, ergibt sich aus dem Bau des Metacarpus, wie auch aus den Feststellungen der Lage von Funden in situ, daß die Metacarpalien bei *Gigantosaurus robustus* und *Brachiosaurus Brancai* in angenähert paralleler Stellung zu einer etwa $\frac{3}{4}$ geschlossenen Säule angeordnet sind, die bei *Gigantosaurus* kurz und plump, bei *Brachiosaurus* sehr viel höher ist. Für eine solche Säulenhand ist eine andere als steile Stellung — wie sie ja auch bei der Hand von *G. robustus* in situ gefunden wurde —, also weder eine plantigrade noch eine semiplantigrade, beim Gang oder Stand nicht vorstellbar. Dementsprechend ist auch die Aufstellung der Handskelette der beiden ostafrikanischen Formen erfolgt, wobei ich bemerken möchte, daß das Divergieren der Mittelhandknochen distalwärts eher zu stark als zu schwach

ausgefallen sein dürfte. Die von mir bei beiden Formen vorgenommene Aufstellung der Hand zu einem steilstehenden Säulenfuß entspricht annähernd der Art, wie Hatcher (Ann. Carn. Mus. I. 1901. p. 364. Fig. 4) die Hand von *Brontosaurus* (= *Apatosaurus*) und Osborn die von *Diplodocus* (bei Abel, Abh. zool. bot. Ges. Wien 1910. p. 27. Fig. 3—5 und „Paläobiologie" 1912. p. 247, Fig. 180 a—c) aufgestellt haben.

Im Sinne der Ausbildung der Hand zu einer im wesentlichen nur statisch beanspruchten Säule liegt es, daß die Finger des zweiten bis fünften Strahles sehr stark rückgebildet sind. Bei den beiden afrikanischen Sauropoden liegen die Verhältnisse bezüglich der Finger nicht ganz übereinstimmend. Bei dem mit kräftiger Daumenklaue versehenen *Gigantosaurus robustus* liegt der erste Finger ganz dem Boden auf; in bezug auf den ersten Strahl ist eine solche Hand demnach digitigrad. Bei den vier übrigen Strahlen richtet sich die Phalange schräg nach vorne-unten, und zwar wendet sie mehr die Volarseite, als das Distalende dem Boden zu, so daß man auch bei diesen, da die Finger nur aus einer Phalange bestehen, noch von Digitigradie sprechen kann. Bei *Brachiosaurus* war jedoch in bezug auf die vier lateralen Strahlen offenbar ein Zehenspitzengehen klar ausgeprägt, da die Phalangen steil gegen den Boden gerichtet standen. Bei dem ersten Finger wird eigentliche Digitigradie, wie bei *G. robustus*, kaum noch vorhanden gewesen sein, da deren erste Phalange gleichfalls steil nach unten gerichtet gewesen sein dürfte und schwerlich mit der Volarfläche dem Boden aufgelegen hat. *Brachiosaurus* kann daher gewiß als ausgesprochener Zehenspitzengänger gelten, während *Gigantosaurus robustus* richtiger als Zehengänger anzusehen sein dürfte.

Im Leben war sicherlich der Raum zwischen den Mittelhandknochen mit bindegewebiger Substanz ausgefüllt gewesen. Nach unten wird die Fußsäule sich etwas konisch verbreitert haben. Eine Gliederung in einzelne Finger war — von der ersten abgesehen — wohl nicht mehr äußerlich ausgeprägt, die Phalangen waren wohl vielmehr nach unten, seitlich und volarwärts in einen massigen, aus elastischem Bindegewebe aufgebauten Sockel eingebettet, aus dem bei *Gigantosaurus robustus* die Klaue des ersten Fingers weit hervorragte, während sie bei *Brachiosaurus Brancai* wegen ihrer Kleinheit sich nur wenig bemerkbar gemacht haben kann.

Die Hand hat im wesentlichen nur die Aufgabe, das auf sie fallende Körpergewicht zu tragen, nicht mehr die, an der Vorwärtsbewegung aktiv-kinetisch mitzuarbeiten. Die Finger vermochten gewiß nicht mehr in nennenswertem Maße durch Abrollen vom Boden einen Druck nach oben auszuüben und den Körper zu heben. Vorhanden ist bei dem zweiten bis fünften Strahl nur noch eine Gelenkung zwischen dem Metacarpale und der zugehörigen Phalange — das winzige Rudiment einer zweiten Phalange am ersten Finger

bei *G. robustus* spielt keine Rolle — und zu einer Streckung im Gelenk durch Muskelzug kämen bei diesem Sauropoden allenfalls nach der Beschaffenheit der Gelenkflächen im geringen Maße das am zweiten und dritten Finger in Frage, während bei *Brachiosaurus* eine solche wohl an keinem Strahl mehr anzunehmen sein dürfte. Die Gelenkung zwischen Metacarpale und Phalange dürfte in erster Linie nur die Bedeutung einer Art Federung gehabt haben. Die Phalangen selbst tragen natürlich in gewissem, wenn auch nicht bedeutendem Maße, zur Vergrößerung der Aufsatzfläche bei. Für den ersten Strahl ist anzunehmen, daß er statisch gewiß entsprechend seiner Stärke beim Tragen der Körperlast nicht minder beansprucht wurde, wie die anderen vier. Die bei *G. robustus*, wie auch bei *Apatosaurus, Diplodocus* und *Camarosaurus* sehr kräftige Entwicklung einer spitzen Klaue deutet auf Benutzung zum Scharren hin, wie das ja auch von den Autoren wohl allgemein angenommen wird. Bei *Brachiosaurus* ist aber diese Funktion der Klaue sicherlich gemindert, wenn nicht überhaupt verschwunden gewesen, da sie ja eine sehr starke Rückbildung zeigt. Der Säulentypus der Hand ist bei *Brachiosaurus* wegen der Rückbildung der Klaue extremer entwickelt als bei allen anderen Sauropodengattungen, von denen das Handskelett bekannt ist.

Der Metacarpus erhält seinen Halt in sich im wesentlichen durch die Bandverbindungen der einzelnen Metacarpalien miteinander. Bei *Gigantosaurus robustus* war, wie die sehr starke Ausbildung von Rauhigkeiten auf den einander zugewandten Feldern zeigen, die Bandverbindung zwischen 1. und 2. und zwischen dem 4. und 5. Metacarpale am stärksten. Man muß daraus schließen, daß an diesen Stellen die Verbindung am kräftigsten sein mußte und hier die Bänder mehr beansprucht wurden, als zwischen den drei mittleren Metacarpalknochen. Die Gründe für diese besonders große Beanspruchung liegen gewiß darin, daß die äußeren Elemente der Metacarpalreihe einer besonders festen Verbindung mit dem Nachbarknochen bedurften, weil sie nur auf einer Seite Anlehnung hatten und daß der erste und der fünfte Strahl als die am kräftigsten ausgebildeten auch die Strahlen stärker statischer Beanspruchung waren. Der Metacarpus, dessen Elemente untereinander an im ganzen doch einigermaßen ebenen Flächen mittelst Ligament verbunden war, ist nun gewiß keine in sich vollkommene starre Säule gewesen. An den Proximalenden der drei mittleren Metacarpalia findet sich, verschieden stark ausgeprägt, eine mediale Abstumpfung oder Abschleifung, die die Möglichkeit einer, wenn auch vielleicht nur ganz unbedeutenden, gleitenden Bewegung an ihr anzuzeigen scheint.

Bei *Brachiosaurus Brancai* sind die Verhältnisse der Verbindung der Metacarpalia untereinander nicht ganz die gleichen, wie bei *G. robustus*. Übereinstimmend ist die Ausbildung eines umfangreichen rauhen Feldes auf der lateralen Fläche des ersten Metacarpale,

die eine sehr kräftige Verbindung der ersten beiden Metacarpalien und eine entsprechend starke Beanspruchung dieser Bandverbindung anzeigt. Die Felder der proximalen Bandverbindungen zwischen den vier lateralen Metacarpalien haben nicht den Charakter scharf umgrenzter rauher Flächen, wenn gleich etwas rauh skulptierte Stellen außer an den ersten beiden auch an dem dritten und vierten vorhanden sind. Die bei *G. robustus* hervorgehobene Erscheinung, daß die mediale Kante der proximalen Endflächen der mittleren Metacarpalien etwas abgestumpft ist, findet sich auch bei *Brachiosaurus* ausgebildet. Die Abstumpfung der medialen Kante ist am dritten Metacarpale sehr deutlich, am vierten und fünften verstärkt sie sich gleichsam zu einer besonderen Schliffläche. Eine Eigentümlichkeit zeigt sich bei *Brachiosaurus* darin, daß sich das dünne, schwache Proximalende der fünften Metacarpale in eine ausgeprägte laterale Längsaushöhlung des vierten einpaßt. Ersteres gewinnt dadurch anscheinend einen gewissen Halt gegen ein Hervorgleiten dorsalwärts, während vielleicht ein geringfügiges Abspreizen nach außen bei voller Belastung beim Gang oder Stand eintreten konnte. Die Bandverbindung scheint zwischen den beiden äußeren Mittelhandknochen nicht sehr kräftig gewesen zu sein. Die auffallend kleine proximale Endfläche spricht für eine weniger feste Verbindung mit dem Carpus, als bei den übrigen vier Metacarpalien.

Die vergleichende Gegenüberstellung aller nunmehr bekannten Handskelette von Sauropoden läßt erkennen, daß ihr Bau wohl im ganzen Plan, nicht aber im einzelnen so übereinstimmend ist, wie er bislang erschien. Vielmehr gestaltet die jetzt gewonnene Kenntnis der Hand von *Gigantosaurus robustus* und *Brachiosaurus Brancai* das Bild mannigfaltiger. In bezug auf die Rückbildung der Klaue des ersten Fingers ist *Brachiosaurus* am fortgeschrittensten, während *G. robustus* es ist betreffs der Rückbildung der Phalangen des vierten und fünften Strahles. Bei *G. robustus* ist das dritte und vierte Metacarpale schwach, das erste und fünfte besonders kräftig, bei *Brachiosaurus* prägt sich demgegenüber eine Abnahme der Stärke der Metacarpalia nach der Lateralseite zu aus. Die geringe Stärke des fünften Mittelhandknochens bei *Brachiosaurus*, sein geringer Anteil an der Proximalfläche des Carpus, seine Einbettung in eine laterale Aushöhlung des vierten Metacarpale — die beiden letzteren Eigentümlichkeiten weist übrigens auch die Hand von *Diplodocus* auf —, stehen in bezeichnetem Gegensatze zu den Verhältnissen bei der Hand von *Gigantosaurus robustus*. Es zeigt sich also, daß innerhalb der Sauropoden die Verschiedenheiten in bezug auf den ersten und fünften Strahl größer waren, als bezüglich der mittleren. Offenbar machten sich bei den Sauropoden, wie auch sonst so häufig bei Reptilien und Säugetieren Unterschiede in der Organisation und Lebensweise am stärksten auf den Gebrauch und die Beanspruchung der beiden randlichen Strahlen geltend und

bewirkten entsprechende morphologische Verschiedenheiten. Im einzelnen gehe ich auf einen Vergleich, insbesondere auch einen solchen mit den amerikanischen Formen an dieser Stelle nicht ein, behalte das, wie auch die Frage der artlichen und generischen Variationsbreite bei den afrikanischen Sauropoden der endgültigen, das ganze Material an Handknochen behandelnden und auch in der Beschreibung eingehenderen Bearbeitung vor.

Besprechungen.

F. Rinne: Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle. 2. u. 3. Aufl. 168 p. mit einer Zeichnung von A. Dürer, den Bildnissen führender Forscher auf dem Gebiete der Feinbaulehre, sowie mit 203 Textfiguren. Verlag von Gebr. Borntträger. Berlin 1922.

Der erst im vorigen Jahre erschienenen ersten Auflage dieses Werkes (dies. CBl. 1922, p. 29) ist schon jetzt eine neue Doppelauflage gefolgt, ein Zeichen des großen Anklangs, dessen sich diese frisch geschriebene Schrift zu erfreuen gehabt hat. Es ist kein Neudruck, wie man nach der kurzen Frist erwarten dürfte, sondern eine wesentlich vermehrte neue Auflage, erweitert durch Einführung geschichtlicher Angaben, grundlegende kristallkundliche Darstellungen, Einführung von Übersichtstabellen, von Abschnitten über Atombereiche und stereochemische Richtlinien der Kristallbauten, weiterhin durch lehrhafte Erscheinungen des Polymorphismus, sowie durch Beigabe neuer Figuren und Bildnissen führender Gelehrten. Manche Angaben stammen aus Arbeiten, die im Institut des Verf.'s ausgeführt, aber nur erst z. T. veröffentlicht worden sind, andere aus den Veröffentlichungen der jüngsten Zeit. So werden Ergebnisse des Drehverfahrens bei röntgenographischen Untersuchungen, solche über Fasergefüge mitgeteilt, die Valenz und ihr Wechsel behandelt, den Mischkristallen aller Art ein besonderer Abschnitt gewidmet, die Bedeutung der Ordnungszahlen für die Atomarten beleuchtet. Die Zahl der Bildnisse ist vermehrt worden durch ein vorzügliches Bild von Hauy „Dem Andenken des Begründers der kristallographischen Feinbaulehre an seinem 100. Todestage" (3. Juni 1822), ein solches von G. Tschermak, Debye und Scherrer, Bragg Vater und Sohn, E. v. Fedorow. Die Inhaltsfülle ist im Vergleich zu dem Umfang des Werkes erstaunlich groß; dies hat Verf. erreicht durch knappe Form und seine besondere Gabe, bei künstlerischer Gestaltung des Stoffes sprachlich den zutreffendsten Ausdruck zu finden. Das Werk wird die im Vorwort ausgesprochene Hoffnung gewiß erfüllen und „der herrlich erblühenden Lehre vom Feinbau der Materie neue Freunde zuführen". R. Brauns.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die Färbungen einiger Quarze und ihre Veränderlichkeit.

Von **Georg O. Wild** und **R. E. Liesegang.**

(Institut f. physik. Grundl. d. Medizin. Prof. Dr. F. Dessauer, Univ. Frankfurt a. M.)

I.

Den von C. Doelter neu beschriebenen und den in seinen Büchern zusammengetragenen älteren Beobachtungen über derartige Farbänderungen unter dem Einfluß der Wärme, der Licht-, Röntgen- und Radiumbestrahlung seien noch einige weitere hinzugefügt:

Manche rötliche Amethyste werden beim Erhitzen auf 500—600° farblos. Bei der Abkühlung nehmen sie dann ganz plötzlich bei etwa 275° eine gelbe Färbung an.

Die Steinschleifer haben viel mit den sog. „Brennsteinen" zu tun. Diese sind farblos, leicht gelb, leicht violett, bräunlich violett oder rotbraun. Einige sind auch farblos und dabei mit amethystfarbenen Schichten durchsetzt. Alle diese Varietäten werden bei 500—600° gelb. Darunter werden die hellvioletten Steine braungelb bis rotgelb. Die lichtgelben, beinahe farblosen werden goldig leuchtend gelb. Die weißen mit violetten Schichten werden an den violetten Stellen gelb; die farblosen Teile bleiben farblos. Manche dieser Brennsteine sehen genau aus wie die gelben Quarze von Brasilien und Madagaskar. Jedoch werden letztere beim Erhitzen farblos.

Eine Verbesserung des Farbtons von Amethysten durch vielstündige Bestrahlung mit sehr intensiven Röntgenstrahlen, sowohl kurzwelligen wie langwelligen, haben wir trotz Anstellung sehr vieler Versuche nicht erzielen können. Nur ein Bräunlichwerden von ursprünglich violetten Steinen, die vorher durch Brennen goldgelb bis hellgelb geworden waren, war zuweilen festzustellen. Hin und wieder trat dabei auch die schon von Doelter erwähnte Streifung auf.

II.

Namentlich unter dem Einfluß der Arbeiten von C. Doelter hat die Hypothese immer mehr Beachtung gefunden, daß die Farbänderungen, welche gewisse Mineralien unter dem Einfluß der Wärme, der Licht-, Röntgen- und der verschiedenen Radiumstrahlen erleiden, zurückzuführen sei auf Änderung des Dispersitätsgrades

von färbenden Beimengungen [1]. Daß solche Änderungen des Verteilungsgrades außerordentlich große Änderungen der Farbe herbeizuführen vermögen, ist unzweifelhaft. Der eine von uns hat z. B. gezeigt [2], daß man die gleiche Menge metallischen Silbers in einer Gelatineschicht so verteilen kann, daß dieselbe entweder ungefärbt, glasklar, oder daß sie vollkommen undurchsichtig schwarz erscheint. Dazwischen liegen alle Abstufungen von hellem Gelb, Orange, tiefem Rot, Braun, Oliv, Grün. Selbst ein sehr tiefes Blau kann in der Durchsicht erscheinen. Vom Farblosen über das Gelbe bis zum Schwarz nimmt die Größe der Silberteilchen zu. Und dennoch müssen wir bekennen, daß es uns ungeheuerlich schwer ist, uns mit der Doelter'schen Anschauung zu befreunden. Wenigstens nicht mit jener Form, wie sie bei Doelter u. a. vorherrschend zu sein scheint: Daß nämlich kolloide Teilchen des Färbemittels innerhalb des festen Gerüstes des Kristalls oder auch Kristallaggregats eine Art Ausflockung (oder umgekehrt Peptisation) erleiden können: Daß sie also als solche, ohne daß eine intermediäre (wirkliche) Lösung erfolgt, zusammentreten können: So, wie es z. B. bei den Zsigmondy'schen Versuchen die roten Goldsole beim Umschlag in Blau tun, wenn man Elektrolyte zusetzt. Oder entsprechend jener Ausflockung oder Gel-Bildung von wäßrigen Eiweiß- oder Ceroxydsolen unter dem Einfluß von Radiumbestrahlung, wie sie von A. Fernau und W. Pauli [3] studiert worden sind. Denn in den letztgenannten Fällen ist die Zusammentrittsmöglichkeit der kolloiden Teilchen nicht gehindert durch Schutzkolloide, gallertiges Milieu oder gar durch das starre Gerüst der kristallinen Grundsubstanz. Man wird beim einen Versuch, sich in solche Vorstellungen hineinzudenken, gehemmt durch die Erinnerung an die vielen Publikationen von R. Marc, welcher zeigte, daß selbst Spuren gewisser organischer Farbstoffe in außerordentlich hohem Grade die Zusammenfügung selbst von echt gelösten kristalloiden Teilchen zum Kristallgitter verhindern können. Bewegung kolloider Teilchen erwies sich selbst innerhalb einer verhältnismäßig geschmeidigen Gallerte als unmöglich. Wie viel mehr muß etwas, was einer Ausflockung ähnlich sein soll, gehindert sein innerhalb eines starren Kristalls! Solange nicht eindeutig auszulegende Experimente zu anderem zwingen, wird man bei diesem Bedenken der Unbeweglichkeit von kolloiden (und kolloidbleibenden) Teilchen in diesen Medien festhalten müssen trotz der Vorstellung von den Bewegungen innerhalb eines starren Körpers, welche uns die Elektronik gebracht hat. Und trotz der Erschütterungen, welche

[1] C. Doelter, Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. I. **124**. 409. 1915.

[2] R. E. Liesegang, Zeitschr. f. wiss. Photogr. **14**. 343. 1915.

[3] A. Fernau und W. Pauli, Biochem. Zeitschr. **70**. 426. 1915.

man z. B. von den Röntgenstrahlen erwartet. Denn diese betreffen die Atome, nicht aber Teilchen von der Größenordnung mehrerer Moleküle. Mit der Ausflockungstheorie kommt man jedenfalls nicht durch.

Nun gibt es eine andere Möglichkeit, welche trotzdem den Gedanken an einen Wechsel des Dispersitätsgrades in einem starren System erlauben würde. Nämlich dann, wenn sich eine intermediäre Lösung dazwischen schiebt. Es sei z. B. Chlorsilber äußerst fein in einer Gelatinegallerte verteilt, so daß die Trübung nur eine geringe ist. Läßt man nun Chlornatriumlösung in die Gallerte eindiffundieren, so tritt eine außerordentliche Zunahme der Trübung ein. Es findet dabei eine intermediäre Lösung eines Teils der Chlorsilberteilchen statt. Auf Kosten dieser gelösten wachsen die anderen an. Aber was sollte in den Mineralien im Sinne einer solchen „Ostwald-Reifung" wirken? Und dann: Wie sollte sich die bei den Amethysten vorhandene Reversibilität des Vorgangs erklären: Daß Röntgenbestrahlung verdunkelt, daß Erhitzung wieder aufhellt? Diffusion erfordert in diesen Medien außerordentlich viel Zeit. Namentlich die beim Erhitzen auftretenden Änderungen erfolgen viel zu rasch dazu. Es kommt hinzu, daß unsere vorläufigen ultramikroskopischen Untersuchungen an ungebrannten und gebrannten Amethysten keinen Anhaltspunkt für die Theorie der Dispersitätsänderung ergaben.

Trotz aller Sympathie für die kolloidchemische Deutung muß zugegeben werden, daß es die rein chemischen Erklärungsversuche für die Farbenumwandlung bei diesen Experimenten viel leichter haben. Ebenso diejenigen, welche mit Modifikationsänderungen rechnen, die bekanntlich bei Lichtwirkung (Selen, Phosphor usw.) häufig beobachtet worden sind.

Die oben geäußerten Bedenken gegen die Dispersitätswechsel-Theorie beziehen sich natürlich nur auf die Auslegung der Resultate bei den erwähnten kurzdauernden Versuchen. Bei der natürlichen Entstehung der Mineralien darf dagegen die Mitwirkung einer Ostwaldreifung unbedenklich angenommen werden. Auch bei den späten Veränderungen natürlicher Achatfärbungen scheint sie eine Rolle zu spielen.

Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine aus dem steirischen Kristallin.

Von **F. Heritsch** in Graz.

Eklogitamphibolite haben im steirischen Kristallin nur eine beschränkte Verbreitung; sie kommen z. T. zusammen mit Eklogiten in der Koralpe und zusammen mit Knetgesteinen von teilweise eklogitamphibolitischem Charakter in den Seetaler Alpen vor. Die im folgenden erwähnten Handstücke wurden von mir in mehr-

jährigen, ausgedehnten geologischen Untersuchungen geschlagen, ihre petrographische Untersuchung ist die Vorarbeit zur geologischen Darstellung. Die Numerierung bezieht sich auf die dem Geol. Institut der Grazer Universität übergebenen Handstücke und Dünnschliffe.

Eklogitamphibolite wurden von folgenden Punkten untersucht: **233**, Engelweingarten bei Stainz. — **233 a**, zw. Freiland und St. Oswald, über P. 857 streichend. — **233 b**, Aufstieg auf die Hühnerstützen von P. 1745 aus, ganz unten im Hang. — **233 c**, Straße von der Hebalpe nach Freiland, Straßenbiegung zw. P. 1441 und Leitner. — **233 d**, Zirbitzkogel, P. 2298. — **233 e, f, g**, Laufenegg. — **233 h, i**, Unterlaufenegg. — **233 k**, Kremserkogel. — Dazu als Vergleich aus dem Doelter'schen Materiale von der Koralpe: xx_6, bei St. Anna, zw. Wölfl und Strametz. — xx_5, Hammerwirt in Krumbach. — xx_4, Steinmandl. — xx_3, unter dem Kreuzsteiner bei Freiland. —

Eklogit wurde von Laufenegg, an der Straße Freiland—Deutschlandsberg gefunden, d. i. **233** α. Zum Vergleich dienen aus dem Doelter'schen Material xx_2, unter dem Mauthnereck, vor dem Steinwirt, ferner xx_1, zw. Hammer und Juritschendorf bei Windischfeistritz im Bachergebirge.

Eine besondere Stellung nehmen Knetgesteine aus den Seetaler Alpen ein: **233 A a**, Zirbitzkogel, zw. P. 2146 und P. 2103 (in der Ausmessung erscheint der Eklogitamphibolitanteil). — **233 A b**, Zirbitzkogel, P. 2146. — **233 A c**, Wenzelalpe (in der Ausmessung erscheint der Eklogitanteil).

Die Ausmessung der Dünnschliffe nach der Rosiwal'schen Methode ergab folgendes (siehe Tabelle p. 485).

A. Für die Eklogitamphibolite ist **233** typisch. Im Handstück schwarzgrün, massig, nur Pyritnester und Hornblende zu erkennen; u. d. M. ein fast richtungsloses Gefüge aus folgenden Komponenten: Hornblende (0,5 × 1,0, 1,0 × 1,5 [1], mit Einschlüssen von Plagioklas, Rutil, Zoisit); Zoisit (0,3 × 1,0, 0,5 × 1,0, dessen Säulen vielfach in einer Richtung stehen und so eine Art von s-Gefüge leicht andeuten; mit Rutileinschlüssen); mikrodiablastische Haufen schilfiger Hornblende in Plagioklas (d. s. Bildungen nach Omphacit [2]; 1,0 × 1,2, mit Einschlüssen von Hornblende und Rutil); Granat (0,1 × 0,5, mit Einschlüssen von Rutil, Hornblende und Plagioklas); als eine Art von Zwischenklemmasse Quarz (0,2 × 0,2) und Plagioklas (0,2 × 0,3), in beiden sehr kleine Hornblenden. — Das Gestein ist annähernd dem Typus Burgstein Hezner's vergleichbar.

233 a hat körniges Gefüge, durch Zoisit etwas parallel struiert. Omphacit (0,5 × 0,1) zum größten Teil in schilfige Hornblende

[1] Größenmessungen u. d. M. in Millimetern.

[2] Hezner, Tscherm. Min.-petr. Mitteil. **22**. p. 452, 505.

	233	233 a	233 b	233 c	233 d	233 e	233 f	233 g	233 h	233 i	233 Aa	xx_6	xx_5	xx_4	xx_3	233 α	233 Ac	xx_2	xx_1
Quarz . . .	2,3	5,2	1,0	—	4,5	5,9	1,4	0,6	—	—	—	0,4	1,2	—	2,3	0,3	—	0,2	—
Plagioklas .	3,5	—	0,4	2,4	6,7	6,8	7,8	1,2	4,5	0,5	—	0,8	—	0,4	2,9	0,9	0,8	—	—
Omphacit[1] .	16,8	15,9	22,7	39,9	25,8	43,6	3,1	17,1	18,6	29,5	29,5	28,2	47,7	19,2	22,2	55,1	55,1	61,2	63,5
Hornblende	56,6	48,6	48,4	48,6	27,3	21,8	58,1	51,8	53,8	36,6	22,7	40,0	31,8	66,3	51,5	0,4	8,1	8,2	2,0
Zoisit . . .	16,9	15,8	0,8	—	—	0,5	—	12,5	11,3	3,0	—	9,4	—	1,2	19,8	5,0	2,0	—	7,3
Granat . .	1,4	13,1	24,4	6,1	31,7	19,3	22,4	16,2	9,1	27,9	43,3	19,6	17,0	10,7	0,8	36,0	30,3	21,7	24,9
Disthen . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,4	—
Rutil . . .	1,8	1,4	2,3	3,0	2,5	1,6	1,2	0,6	1,7	2,0	2,3	1,1	2,3	—	0,5	2,3	0,4	2,3	2,3
Titanit . .	—	—	—	—	—	—	6,0	—	—	—	2,3	—	—	2,0	—	—	2,7	—	—
Magnetit .	0,7	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	0,5	—	0,2	—	—	0,6	—	—
Pyrit . . .	—	—	—	—	—	0,5	—	—	1,0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Omphacit, bezw. ihn vertretendes Gewebe von Pagioklas und Hornblende.

umgewandelt, wobei mikrodiablastische Gewebe von Hornblende und Plagioklas entstehen. Hornblende (0,8 × 1,0, 1,0 × 1,5), Granat (0,5 × 0,8, mit vielen Einschlüssen), Zoisit (0,3 × 0,5, 0,3 × 1,0, in s gestellt).

233 b ist u. d. M. ein körniges Gewebe aus Hornblende (0,5 × 0,8, 1,5 × 2,0), Omphacit (2,0 × 2,5, mit vielen Einschlüssen von Hornblende und Rutil), Granat (0,8 × 1,0, 1,5 × 2,0, reich an Einschlüssen von Hornblende, Rutil und Feldspat).

233 c hat im Handstück Lagentextur. U. d. M. nur die Zoisite in s; Hornblende (0,8 × 1,2); Granat (0,5 × 0,5, 0,5 × 0,9); Omphacit (1,0 × 1,0, 1,0 × 1,5) zum größten Teil in schilfige Hornblende umgewandelt. — Das ist jenes Gestein, das Rolle[1] als „Mittelgestein zwischen Hornblendefels und Eklogit" erwähnt.

233 d ist im Handstück = 233 b, also massig. U. d. M. Omphacit (0,4 × 1,0, 0,8 × 2,0), z. T. ganz frisch, mit viel Rutileinschlüssen, z. T. in das mikrodiablastische Gewebe von Hornblende und Plagioklas verwandelt; Granat (0,3 × 0,3, 0,5 × 0,8) mit Rutileinschlüssen; Hornblende (0,3 × 0,4, 0,5 × 0,8) mit Rutil.

In **233 e** ist der Omphacit z. T. in das mikrodiablastische Gewebe umgewandelt.

233 f steht dem Begriff „Granatamphibolit" nahe. Hornblende mit Rutil, der zum größten Teil rundliche Granat mit Rutil. Der Schliff zeigt kein deutliches s-Gefüge; das Ganze ist diablastisch struiert, wobei z. T. die Hornblenden, z. T. die hellen Gemengteile die Unterlage bilden. Auch im Handstück zeigt das ziemlich grobkörnige Gestein eine nur wenig angedeutete Paralleltextur.

233 g hat mit Ausnahme der großen Granaten strenge Kristallisationsschieferung. Besonders auffallend sind die langen, in s stehenden Zoisite. Der Omphacit ist vollständig in mikrodiablastisches Gewebe umgesetzt. Im Handstück ist es ein feinkörniges, dünnschieferiges Gestein.

233 h hat in dem mikrodiablastischen Gewebe noch größere Reste von Omphacit. Das s-Gefüge ist im Schliff schlecht ausgesprochen, ebenso wie auch im Handstück die Schieferung nur wenig bemerkbar ist.

233 i hat fast keinen umgesetzten Omphacit. Zoisit, Hornblende und Omphacit bilden ein s-Gefüge, an dem sich auch der Rutil beteiligt. In diese Kristallisationsschieferung sind die immer rundlichen Granaten eingebettet. Das Handstück ist ein sehr feinkörniges, dünnschieferiges Gestein.

Die Gesteine 233 h und 233 i hat Lovreković unter der Bezeichnung Zoisitamphibolit und Granatamphibolit beschrieben[2].

Das von Doelter und seinen Schülern aufgesammelte Material wurde von Dörler beschrieben[3]. Ich bemerke ganz allgemein zu

[1] Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1856. p. 231.

[2] Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. 1892. p. 296—306.

[3] Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. 1898. p. 1—27.

diesen Beschreibungen, daß es dort, wo Zirkon steht, Rutil heißen muß. Ich gebe im folgenden die kurzen Diagnosen der früher angeführten Eklogitamphibolite (p. 484):

Das Gestein xx_3 (Dörler, p. 13) hat Zoisit in s; Omphacit durch Hornblendefaserwerk ersetzt, wie das Hezner (l. c. p. 510) beschreibt. Die Übereinstimmung mit dem Stainzer Gestein ist groß.

Das Gestein xx_4 (Dörler, p. 12) zeigt ein körniges Gemenge von Hornblende, Omphacit (der z. T. in Hornblenden umgewandelt ist), Granat usw. (siehe Ausmessung). Das, was Dörler (p. 11) im Gestein xx_5 „Hornblende, in talkartige Substanz übergegangen" nennt, ist der umgewandelte Omphacit; der von Dörler aus demselben Gestein angegebene Olivin ist Quarz. Der von Dörler (l. c. p. 9) im Gestein xx_6 angegebene Prehnit ist Zoisit.

B. Von Eklogit wurde nur ein Vorkommen neu entdeckt[1]. Dieses Gestein **233**α ist im Handstück ein typischer Eklogit. U. d. M. hat er körniges Gefüge. Omphacit ($0{,}8 \times 0{,}1$) fast gar nicht umgewandelt; in der hellgrünen Omphacitmasse einzelne Körner oder Körnergruppen von einschlußfreien oder einschlußarmen Granaten ($0{,}4 \times 0{,}4$, $0{,}7 \times 0{,}7$). Zoisit in langen Säulen. Der Plagioklas ist Albit.

Der Eklogit xx_1 wurde von Ippen beschrieben[2]. Von dem Eklogit xx_2 (Dörler, l. c. p. 7) sind drei Schliffe untersucht worden; einer führt ca. 2 % Quarz und ebensoviel Plagioklas; ein anderer hat mehr Hornblende und weniger Omphacit als der ausgemessene. In allen dreien ist der Omphacit zum größten Teile in Hornblende übergeführt.

Der Eklogit „zwischen Gradisch und Dreieck" (Dörler, p. 7) führt Granat (mit Einschlüssen von Quarz und Feldspat), Hornblende, reichlich Zoisit. Disthen fehlt. Zur Beschreibung Dörler's (l. c. p. 9) vom Eklogit des Steinwirtes sei erwähnt, daß der „Übergang der Hornblende in talkartige Substanz" das Umwandlungsprodukt des Omphacites ist.

C. Knetgesteine höchsteigenartiger Natur wurden in den Seetaler Alpen entdeckt. Das Gestein **233Aa** ist aus Eklogitamphibolit + Gneis gemischt, was bereits im Handstück zu erkennen ist. U. d. M. gibt es zwei Gesellschaften: 1. Eklogitamphibolit, dessen Omphacit ($1{,}0 \times 1{,}5$) gänzlich in ein mikrodiablastisches Gewebe von Hornblende und Plagioklas umgewandelt ist; Hornblende ($0{,}3 \times 0{,}8$); Granat ($0{,}3 \times 0{,}3$, $1{,}0 \times 1{,}0$). Ausmessung unsicher, da nicht festzustellen ist, was an Quarz und Plagioklas ursprünglich dazu gehörte. 2. Gneis, vermutlich ein ehemaliger Granitgneis. In s stehen: Meroxen zerfasert[3], Zoisit, Muscovitscheiter; alle in einer „Grundmasse" (größer als die erst-

[1] Aus der südlichen Koralpe sind Eklogite schon lange bekannt.

[2] Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. 1892. p. 351.

[3] Braunroter Meroxen, nicht der Biotit unverletzter Granite.

genannten, daher eine Art von poikiloblastischer Struktur) von Plagioklas (Zwillingsstreifung immer in s), Orthoklas und Quarz. Eine andere Partie ist einem Größing- oder Meroxengneis vergleichbar; Quarz ohne undulöse Auslöschung.

Wo der Eklogitamphibolit und der Gneis sich berühren, treten Vermengungen der Minerale ein: Meroxen und Zoisit erscheinen im Eklogitamphibolit und Rutil, Hornblende und Titanit im Gneis. Der Schliff enthüllt das Bild einer Knetung, aber es sind keine Spannungen mehr vorhanden, die mechanische Mischung ist älter als die oder das Ende der Kristalloblastese.

233 Ab ist ein Knetgestein aus Eklogitamphibolit + Gneis + Marmor. Im Handstück im Eklogitamphibolit kleine Gneisputzen und sehr dünne Marmorschnüre. U. d. M. gibt es drei Gesellschaften: 1. Eklogitamphibolit wie 233 Aa, dessen Ausmessung wegen allzu starker Vermischung mit 2 und 3 unmöglich war. 2. Meroxen, Zoisit, Quarz, Feldspat, Granat; vielleicht ein zerdrückter Meroxen oder Größinggneis. 3. Lagen von Calcit, ferner solcher über den ganzen Schliff verstreut.

233 Ac ist ein Knetgestein aus Eklogit + Amphibolit + Gneis + Marmor, dessen Knetstruktur schon im Handstück wohl zu sehen ist. U. d. M. folgende Gesellschaften: 1. Eklogit (Ausmessung!), dessen Omphacit ganz in das mikrodiablastische Hornblende-Plagioklasgewirr umgewandelt ist. — 2. Hornblende, etwas zersetzter Omphacit in Fetzen verquetscht, Zoisit und Plagioklas in s. Das Ganze liegt um den Eklogit herum, vereinzelt mit Calcitkörnern durchsetzt. Das Ganze — abgesehen vom Omphacit — die Zusammensetzung und das Gefüge eines Zoisitamphibolites. — 3. Quarz, Feldspat, Granat, Hornblende und Zoisit in s. — 4. Lang in s gezogene Quarze (mit undulöser Auslöschung), etwas Feldspat, mit eingequetschten Zügen von Calcit (in Begleitung von kleinen Hornblenden). — 5. Züge von Calcit mit Zoisit und Hornblende in s. — Der Mylonitisierung entsprechende Spannungen fehlen wie den vorigen Gesteinen.

Eine neue Art von Erdbeben.

Von Prof. **A. Rzehak** in Brünn.

Verschiedene Tagesblätter brachten kürzlich die Nachricht, es sei bei Blackstone im nordamerikanischen Staate Virginia ein Meteorit gefallen, welcher ein Loch von etwa 15 m Durchmesser in den Erdboden geschlagen hat. Die hierbei verursachte Erderschütterung sei weithin fühlbar gewesen.

Bekanntlich wird ziemlich allgemein angenommen, daß auch der große „Meteorkrater" vom Cañon Diablo in Arizona durch das Niederfallen einer gewaltigen Meteoreisenmasse oder eines ganzen Schwarmes von Eisenmeteoriten — solche finden sich ja tatsächlich

in großer Menge um den Pseudokrater herum verstreut — verursacht wurde. Da die Dimensionen des letzteren wesentlich bedeutender sind als die des bei Blackstone entstandenen Loches — der Durchmesser des Meteorkraters von Arizona soll ja etwa 1200 m, also rund das 80fache des „Kraters" von Blackstone, betragen —, so ist wohl anzunehmen, daß auch die Erderschütterung bei dem Fall vom Cañon Diablo erheblich stärker gewesen sein muß. Da der letztere wohl der prähistorischen Zeit angehört, so ist der Fall von Blackstone der erste seiner Art, der beobachtet wurde, und es muß von nun an unter den verschiedenen Ursachen, welche den Erdbeben zugrunde liegen, auch das Aufprallen größerer Meteormassen auf die Erdoberfläche genannt werden.

Glazialgeologische Beobachtungen am Südrand der diluvialen Inlandvereisung in Ost-Thüringen.

Von **Rudolf Hundt.**

Im Jahrbuch der Preuß. Geolog. Landesanstalt (Bd. 40, Teil I, Heft 2) beschreibt J. Stoller fossilführende Diluvialschichten bei Krölpa in Thüringen. Er kommt in seiner Arbeit zu dem Schlusse, daß die zweite Eiszeit Norddeutschlands ihre Spuren viel südlicher getragen hat, als man bis jetzt angenommen hatte. Auch die erste Vereisung muß nach seinen Feststellungen viel weiter nach Süden ihre Eismassen geschoben haben, als man bis jetzt annahm. Er hat in dem Profil eine Reihe von Schichten gefunden, die ihm zu diesem Schluß verhalfen.

Wohl kennt man schon lange in dem Südgebiet der zweiten großen Inlandsvereisung Spuren wirklicher Eisbedeckung. Sie liegen aber alle dem Stoller'schen Untersuchungsorte gegenüber viel weiter im Norden. Die großen und kleinen erratischen Blöcke, die südlich von Gera bei Wolfsgefärth, Zossen, an den Leitenbergen bei Meilitz, bei Veitsberg und Wünschendorf liegen, hat man sich so nach ihrem südlichen Lagerplatz gebracht gedacht, daß man nach Süden treibende, vom Eisrand abgebrochene Eisberge als Transportkraft annahm. Man dachte sich den Eisrand der zweiten Vereisung bis in die Gegend von Gera reichend, während zwischen diesem Eisrand und dem Schiefergebirgsrand ein See, von gestautem Wasser gebildet, vorhanden gewesen sein sollte, in dem die Eisberge nach Süden schwammen.

Nun haben die Untersuchungen Stoller's in der Krölpaer Gegend deutlich gezeigt, daß die zweite Eiszeit weiter nach Süden gereicht hat, und da die Krölpaer Gegend der Geraer nahe genug liegt, ist wohl anzunehmen, daß auch hier das Inlandeis der zweiten Vereisung — dieses kommt für unsere Untersuchung überhaupt nur in Frage — mindestens bis an das Schiefergebirge heran-

reichte, vielleicht sogar in den in der frühen Eiszeit schon eingetieften Flußtälern in wenig mächtigen Zungen vordrang.

Durch mehrfache Beobachtungen glaube ich Beiträge liefern zu können, daß auch in der Geraer Gegend das Inlandeis viel weiter nach Süden reichte, als man es bis jetzt angenommen hat. Und als eine Erscheinung rückschmelzenden Eises im zweiten Interglazial ist es aufzufassen, daß sich in dem gestauten Wasser des Wünschendorfer Beckens Bändertone absetzen konnten. In diesem Staubecken können natürlich Eisberge nachträglich auch noch nordisches Material weiter nach Süden verfrachtet haben. Daß aber das Inlandeis als geschlossene, wenn auch nicht sehr mächtige Eismasse an das Schiefergebirge in Ostthüringen, im Süden der Geraer Gegend anprallte, geht aus Findlingsfunden hervor, die sich in Gestalt von Braunkohlenquarziten in wenig mächtigem Geschiebelehm auf der unteren glazialen Terrasse in Völkels Kalkbruch bei Wünschendorf fanden. Einen solchen mittelgroßen Braunkohlenquarzit vom dortigen Fundort schenkte ich dem Städt. Museum zu Gera.

Es können für solche hier am Südrand der Vereisung liegende Braunkohlenquarzite — dabei scheint es gleich zu sein, ob sie auf Terrassen oder auf der präoligocänen Fastebene liegen — zwei Erklärungsversuche angeführt werden.

Liegen die Braunkohlenquarzite auf der Fastebene (Weidaer Stadtwald bei Nonnendorf), so können sie einmal als letzter Rest einer oligocänen oder postoligocänen Ablagerung, von der nur die großen Blöcke noch vorhanden sind, aufgefaßt werden, oder man denkt sie sich vom Inlandeis bis zu diesen südlichen Breiten dorthin getragen. Dabei muß man sich denken, daß beim Vorstoß in diese südliche Grenzgebiete das Eis auf den Resten der Fastebene nicht sehr mächtig gewesen war und die Hauptmasse des Inlandeises in den bis ungefähr zur heutigen unteren glazialen Terrasse, die gegen 25 m über der heutigen Talsohle liegt, eingetieften Rinnen nach Süden vordrangen. Die Braunkohlenquarzite auf den Terrassen, in den Lehmen oder Kiesen der Terrassen können entweder durch das nach Süden vordringende Inlandeis aus den Braunkohlengebieten von Zeitz-Weißenfels hierhergekommen sein oder sie sind durch Verlagerung aus primären Lagerstätten auf der Fastebene in die heutigen Terrassenlagerstätten gekommen. Die Braunkohlenquarzite auf der Fastebene bei Nonnendorf sind in gehäufter Art und Weise vorhanden. Kiese fehlen vollständig. Die Blöcke liegen auf Buntsandstein auf. Zugänglich waren mir 7 Stück, die in engem Raum beieinander liegen. Nach der Aussage einheimischer Bewohner sollen sich auch außer diesen bekannt gewordenen Steinen noch mehr in den jungen Anpflanzungen finden. Zwei große und zwei kleine Blöcke haben die Köckritzer Einwohner zur Errichtung einer Kriegerehrung verwendet. Der größte dieser Steine mißt 2,85 × 1,75 m. Die anderen mir noch bekannt gewordenen Blöcke

sind kleiner. Auffallend ist hier wie auch anderswo das Auftreten der Blöcke in haufenartiger Anordnung.

Wirklich nordische Geschiebe finden sich in der oberen und unteren glazialen Terrasse als Gneis, Quarzit, Granit, Porphyr, Melaphyr. Sie treten aber vor Feuersteinfunden merklich zurück. Von Faustgröße an erreichen diese erratischen Blöcke im Südgebiet eine Größe bis zu $30 \times 25 \times 20$ cm. Solche nordischen Gesteine fanden sich in der Veitsberger Ziegeleigrube, deren Profil später beschrieben wird, bei Zossen. Das sind die mir aus dem weitesten Süden bekannt gewordenen nordischen Gesteine außer den Braunkohlenquarziten bei Nonnendorf.

Der im Städt. Museum zu Gera befindliche Granitblock von Veitsberg lag tief in den Schottern der Weida zwischen gerollten Geschieben aus dem Schiefergebirgsanteil des Weidalaufes. Also muß dieser erratische Block aus südlicheren Gebieten stammen, wohin ihn das Inlandeis gebracht hat und von wo ihn die Weida wieder nach Norden an seine sekundäre Lagerstätte brachte. Vielleicht sind noch mehr solche erratische Gesteine aus dem Süden in die Terrassenschotter und die alluvialen Schotter gewandert, so daß wohl anzunehmen ist, daß man das Verbreitungsgebiet der nordischen Gesteine viel weiter nach Süden, somit auch die Südgrenze der Vereisung dorthin verlegen muß. Die in den heutigen Elsterkiesen zwischen Wünschendorf und Gera gefundenen erratischen Geschiebe sind aus glazialen Terrassen in die alluvialen Schotter verschleppt worden.

Die südlichsten nordischen Geschiebe fand ich in der Funkeschen Kies- und Lehmgrube bei Veitsberg, und zwar im östlichen Teil dieser Grube, wo über dem rotbraunen Lehm, der über anstehenden Devonschiefern als Lokalmoräne ansteht, eine — die untere — glaziale Schotterterrasse zeigt, die vom Bänderton überlagert wird.

Solange im Zwischenstück Wünschendorf-Greiz in den Terrassen der Elster keine Feuersteine gefunden worden sind, die, wenn man sie trotzdem auffinden würde, auch aus den tertiären Kiesen aus der Fastebene stammen könnten, wo man sie bei Greiz bis hinauf nach Plauen vereinzelt und auch im Diluvium gefunden hat, kann man die Greizer Feuersteinfunde keineswegs für einen Beweis einer bis dorthin reichenden Südgrenze der zweiten Vereisung benutzen. Aus Unterhaltung mit Geheimrat Zimmermann über die vogtländischen Feuersteinfunde weiß ich, daß dieser Forscher der Meinung ist, sie für letzte Reste einer Senonbedeckung Ostthüringens zu halten. Wenn die Menge der hier im Vogtland gefundenen Feuersteine auch nicht überwältigend ist, so müßten trotzdem schon mit diesen wenigen Funden zusammen auch andere nordische, besonders Eruptivgesteine sich finden. Da das im Vogtland bei Greiz und Plauen noch nicht geschehen ist, so kann ich der Annahme Stoller's a. a. O. p. 264 nicht beistimmen. Die Funde Liebe's

und Richter's auf dem Gleitsch bei Saalfeld sieht Stoller im Gegensatz von Zimmermann und Rathjens von neuem als Beweis für ein Vordringen des Inlandeises bis Saalfeld an. Auch die vielen Feuersteinfunde auf dem Roten Berg bei Saalfeld, die bearbeitet sind, brauchen kein Beweis für einen Vorstoß des Eises bis nach Saalfeld hin zu sein, denn die Feuersteine sind höchstwahrscheinlich durch Tausch aus nördlichen Gebieten in diese Gegend gekommen.

Dieser Grenze Stoller's für die südlichste Verbreitung des Inlandeises, das „an den Mittelgebirgen des Thüringer Waldes, des Frankenwaldes und des Erzgebirges sein äußerstes und endgültiges Hindernis gefunden" haben soll, ist in dieser Form für Ostthüringen nicht zuzustimmen.

In Ostthüringen kennen wir südliche Spuren der Vereisung als Geschiebe nur bis Wünschendorf, Veitsberg, Nonnenwald. Von dieser Linie bis zum Frankenwald ist noch ein breites Band von Gebirgsland (Vogtland und ostthüringisches Schiefergebirge) gewesen, auf dem man von nordischen Geschieben keine Spur gefunden hat, die also während der zweiten Vergletscherung eisfrei geblieben sein mußten. Verschiedene Erscheinungen auf dem Frankenwalde sind als periglaziale Fazies der Verwitterung vom Verfasser gedeutet worden (siehe: Die Eiszeit im Frankenwalde. Centralbl. f. Min., Geol., Pal. 1913. p. 146—154).

Man kannte nördlich von Gera schon durch die Beschreibung Liebe's (Über diluviale Eisbedeckung in Mitteldeutschland; Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges. 1882. p. 812—813) und Zimmermann's (Geognostische Aufschlüsse in der Umgebung von Gera; 21. bis 26. Jahresber. d. Ges. v. Frd. d. Naturwiss. in Gera. p. 180) zwei Profile, die unzweifelhaft beweisen, daß Inlandeismassen nach Liebe bei Großaga oligocäne tonige Quarzsande und rötliche Letten seitlich zusammengeschoben und teilweise zerquetscht haben. Nach Zimmermann ist in einem Sandsteinbruch bei Kleinpörthen eine Lokalmoräne ausgebildet gewesen, die aus einer mürben Sandsteinbank entstanden war.

Diese Reihe im Norden Geras nachgewiesener Stauchungsprofile kann man durch ein sehr deutliches Profil am äußersten Südrand der Inlandvereisung in Völkels Bruch bei Wünschendorf vermehren. In diesem Bruch liegen über Plattendolomiten des Oberen Zechsteines (Schicht 9) Runkelkalke (Schicht 9) in ungefährer Mächtigkeit von insgesamt 4 m. Darüber lagern 2 m mächtige Obere Letten des Oberen Zechsteines (Schicht 10), die schon Sandsteinknollen und dünnere Sandsteinlager einschließen. Über diesen jüngsten Schichten des Oberen Zechsteines liegt Grundmoräne mit Geröllein schlüssen von ganz geringer Mächtigkeit. Die lehmige Grundmoräne keilt nach Süden hin aus. Während Plattendolomit, Runkelkalk, nur im Plattendolomitanteil lokal durch Erdfallbildung gestört, horizontal lagern, ist der Obere Letten in Falten geworfen,

die darauf hinweisen, daß sie von einer von Norden wirkenden Kraft diese Lage erhalten zu haben scheinen. Der darüber lagernde vollständig normal liegende Geschiebelehm zeigt uns, daß Inlandeismassen diese faltende Bewegung erzeugt haben. Es ist an diesem Profil ebenfalls ganz im Süden an der Inlandeiszunge der Beweis erbracht, daß an das Schiefergebirge, das nur wenig hundert Meter entfernt steil aufsteigt, ein, wenn auch schwacher, Inlandeisstrom angeprallt ist. Für diese Stelle, die auf der unteren glazialen Terrasse liegt und in deren Geschiebelehm ein immerhin in bemerkenswerter Größe auftretender Braunkohlenquarzit bemerkt wurde (Städt. Museum in Gera), kommt also ein nach Süden Verfrachten durch schwimmende Eisberge nicht in Frage. Aus der Mächtigkeit des überlagerten Geschiebelehms geht hervor, daß das Inlandeis an seinem Eisrand nicht sehr mächtig gewesen ist. Die von Liebe und Zimmermann oben erwähnten glazialen Schichtenstörungserscheinungen liegen auf der präoligocänen Hochebene und beweisen, daß im Norden von Gera sowohl in dem bis ziemlich zur unteren glazialen Terrasse eingetieften Elstertal als auch auf der Fastebene sich Inlandeismassen nach Süden bewegten. Vielleicht war im Süden Geras an der Grenze der Vereisung die Inlandeisdecke nicht mehr so zusammenhängend, sondern nur in den eingetieften Tälern ging die Südwärtsbewegung vor sich. Die auf Blatt Weida der Preuß. Geol. Landesanstalt im Westen bei Wernsdorf als „d-Lehm und lößartigem Lehm z. T. mit Schotterunterlage" kartierten Diluvialablagerungen sind wohl als Ablagerungen vor dem Eisrand aufzufassen.

Daß das Inlandeis bei Veitsberg am Zusammenfluß der Weida und Elster an das ostthüringische Schiefergebirge anstieß und hier steilgestellte Oberdevonschieferschichten wie vom Hobel geglättet hat, beweisen uns die Aufschlüsse in den Ziegeleilehmgruben von Funke. Die Abbauarbeiten haben hier ein interessantes Profil freigelegt. Wenn man vor ihm steht, sieht man im Westen im Liegenden gerollte Weidaschotter anstehen, dem der oben erwähnte erratische Block entstammt, der heute im Städt. Museum in Gera liegt. In der Mitte des Aufschlusses stehen steilgestellte Oberdevonschiefer an, die nach Osten hin höher heraustreten und dann plötzlich abbrechen. Nach Süden hin scheint diese Devonklippe sich ebenfalls mehr herauszuheben. Diese Devonklippe ist auf der von dunkelrotbraunem Lehm überdeckten Oberfläche vollständig abgehobelt und geglättet. Darüber liegen in 10 m Mächtigkeit eine scheinbar lokal nur so dunkelgefärbte Grundmoräne, ein Geschiebelehm, dessen dunkle Farbe sicher von dem zerriebenen Devonschiefermaterial herstammt, das erst hier im Süden in die Moräne hineingelangt ist. In dieser Lokalmoräne sind nur sehr wenige Geschiebe enthalten. Nordisches Material fand ich nicht. Nach Osten zu wird der Geschiebelehm wieder hell. Die Devonschieferfelsen scheinen hier in

größerer Tiefe zu liegen, so daß sie von dem Inlandeis nicht erfaßt wurden. Über diesem Weidaschotter im Westen der Lokalmoräne, in der Mitte der Lehmgrube in dem normal gefärbten Geschiebelehm im Osten, liegt zunächst eine höchstens 40 cm mächtige Schotterterrasse (untere glaziale Elsterterrasse) und darüber 1,5—2,00 m mächtig ein heller Bänderton, wie wir ihn schon vom Leitenberg bei Meilitz kennen. In dem Geschiebelehm haben wir die sicheren Beweise vor uns, daß das Inlandeis bis zum ostthüringischen Schiefergebirge vordrang, die Devonschieferfelsen glättete, und beim Rückschmelzen des Eises wurde zunächst der Schotter der unteren glazialen Terrasse und später im Wünschendorfer Staubecken der Bänderton abgelagert.

Dieses Normalprofil läßt sich in Funkes Grube nur in der Mitte über der dunkel gefärbten Lokalmoräne nachweisen. Im Westen hat die Weida nicht nur den Bänderton, die untere glaziale Terrasse und die Lokalmoräne wieder ausgewaschen und an deren Stelle die Schiefergebirgs-Weidaschotter abgelagert, sondern die Auswaschung durch die Weida ging so weit nach Osten, bis die Oberdevonschieferschichten Halt geboten. Im Osten hat die Elster nur den Bänderton, die untere glaziale Terrasse und ein Stück der Lokalmoräne wieder ausgewaschen, während ein großer Teil der hier nicht dunkel gefärbten Lokalmoräne erhalten geblieben ist. Die helle Färbung der Lokalmoräne im Osten ist wohl darauf zurückzuführen, daß im Liegenden von dem Inlandeis die Oberdevonschieferschichten nicht erfaßt worden sind.

Ich sehe nach allen diesen Beobachtungen in Ostthüringen den Eisrand der zweiten großen Vereisung am Schiefergebirgsrand (Weida, Veitsberg, Wünschendorf) verlaufen. Das Eis muß immer noch in so wirkungsvoller Stärke dort angeprallt sein, denn sonst könnten glättende (Veitsberg) und faltende Kräfte (Völkels Bruch bei Wünschendorf) auf dem Untergrund nicht tätig gewesen sein. Das südliche Inlandeis muß auch aus dem Grunde noch in bemerkenswerter Stärke hier vorhanden gewesen sein, denn sonst wäre es nicht zur Ausfüllung des Elstertales bis zur Höhe der präoligocänen Hochebene (Nonnendorf) gekommen, da ja auf der Höhe auch noch Blöcke bewegt worden sind.

Wenn der Eisrand entlang dieser Linie gelegen hat, dann erklären sich auch die lößartigen Lehme am Eisrandgebiet bei Wernsdorf, Chronschwitz, südlich Köckritz auf natürliche Weise.

Der Rückzug des Inlandeises ist vielleicht in kurzen Etappen aus der Geraer Gegend vor sich gegangen. Vielleicht deuten die haufenartigen Vorkommen großer und größter Geschiebe (Braunkohlenquarzite, erratische Gesteine) bei Nonnendorf im Süden, beim Waldhaus in der Nähe Geras (hier leider nicht mehr vorhanden) und am Zaufensgarben in gleicher Breite (auch hier nicht mehr vorhanden) und bei Rubitz auf solche staffelförmige Rückzugserscheinungen hin.

Der Diluvialmensch muß sofort mit dem nach Norden zurückschmelzenden Eisrand, an dem er lebte, in unsere Gegend gekommen sein[1]. Die Besiedlung der Lindenthaler Hyänenhöhle ist sicherlich schon vor dem Moustérien vor sich gegangen. Die bearbeiteten Feuersteine aus der Lindenthaler Hyänenhöhle beweisen das, was man sich anderen Verhältnissen analog auch für Ostthüringen denken kann.

Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Ganggesteine.

Von **K. H. Scheumann** in Leipzig.

Mit 12 Textfiguren.

N. L. Bowen veröffentlicht soeben[2] eine Studie über genetische Beziehungen alnöitischer Gesteine, die der Monteregian-Sippe F. D. Adams' angehören[3]; sie stammen von Isle Cadieux, nahe Montreal, Canada. Er beschreibt eine ihm bisher unbekannte Mineralkombination des Hauptgesteins (monticellitführender Alnöit) und einen eigentümlichen neuen Gesteinstypus, der in Schlieren im Hauptgestein sitzt, ein Melilith-Biotit-Gestein. Im Anschluß an die Beschreibung der Typen sucht er Aufschluß über die Genesis dieser Mineralparagenesen magmatischer Art zu erhalten und gibt auf der Basis experimenteller Kristallisationsversuche eine interessante Deutung der Entstehung solcher magnesium- und kalkreicher Typen. Diese Untersuchung, sowie die gleichzeitig erscheinende Abhandlung A. F. Buddington's über die Zusammensetzung und Eigenschaften von Melilithen[4] veranlassen mich, eine Parallele herzustellen zu den Gesteinen der Polzenit-Bergalithserie und verwandten oder regional zugehörigen Typen, die die Anwendung der Bowen'schen Schlußfolgerungen erheblich einschränken. Wie schon aus meiner ersten Veröffentlichung hervorgeht[5], sind die Polzenite den eben beschriebenen eigenartigen canadischen Gesteinen in mineralogischer und genetischer Beziehung durchaus ähnlich. Es wird gezeigt werden, daß sie den Charakter

[1] Rudolf Hundt, Erdgeschichtliche Bilder aus dem mittleren Elstertal. Verlag: Reußische Druckerei und Verlagsanstalt. Gera-Reuß 1922.

[2] N. L. Bowen, Genetic features of alnoitic rocks at Isle Cadieux Quebec. Am. Journ. (5.) **3**. 23. Heft. 1922.

[3] F. D. Adams, Jonrn. Geol. **11**. p. 239. 1903; Am. Journ. (3.) **43**. p. 269. 1892. R. Harvie, Geol. Surv. Can. Summary Report. 1916. p. 198.

[4] A. F. Buddington, On some natural and synthetic melilites. Am. Journ. (5.) **3**, 23. 1922. p. 35.

[5] K. H. Scheumann, Petrographische Untersuchungen an Gesteinen des Polzengebietes in N.-Böhmen, insbes. über die Spaltungsserie der Polzenit—Trachydolerit—Phonolith-Reihe. Abhandl. Ges. Wiss. Leipzig. **32**. Heft 7. 1912; im Text als **P. U.** zitiert.

der reagierenden Schmelze noch deutlicher zum Ausdruck bringen, aber nach neueren Untersuchungen, ebenso wie gewisse Verwandte, in ihrer Mineralgesellschaft nicht nur endogen bedingt sind.

Genau wie bei den Cadieuxgesteinen das Melilith-Biotitgestein nicht einen völlig unabhängigen Typ neben den Monticellit-Alnöiten darstellt, sondern nur eine weitere Entwicklung des Hauptgesteins zu sein scheint, so treten die diesem Melilith-Biotitgestein sehr nahestehenden Polzenite vom Typus Modlibov (Fig. 1)[1] zwar räumlich in den meisten Fällen von der anderen Polzenitart getrennt auf, sind aber mit ihr doch als so wesensverwandt erkannt worden, daß sie mit dieser Gruppe (dem Typus Vesec = Analyse Typus Kleinhaida—Schwojka und Děvin) zu der Polzenitgruppe vereinigt wurden. Ich werde im folgenden den ersten Typ nach dem schönsten Vorkommnis bei Modlibov kurz als Modlibovit, den zweiten, durch Monticellitführung ausgezeichneten, nach dem ersten Funde des Gesteins durch E. Bořicky[2] bei Vesec-Světla, als Vesecit benennen. Diese Typen waren Bowen offenbar unbekannt.

1. Charakteristik der Polzensippe.

Die Ganggesteine des Polzengebietes (östl. und nö. des böhmischen Mittelgebirges bis zur Zittauer Senke und zum Jeschkenrande) folgen zeitlich nach einer Periode schlotförmiger Durchbrüche meist trachybasaltischer Art in gangförmigen oder gangstockartigen Intrusionen längs Spalten, die sich an 35 und 40 km weit verfolgen lassen. Diese einheitliche Art ihres Auftretens gestattet zugleich mit einer durchgehenden petrographischen Eigentümlichkeit ihre Abgliederung und Zusammenfassung gegenüber den Schloten (zu denen weiter im Norden auch Decken treten), ohne daß damit der selbstverständliche Zusammenhang beider Eruptionsformen bestritten werden darf. Die mineralogische Haupteigentümlichkeit, die die innerhalb der vielgestaltigen Typen des Gebietes sitzende Gruppe einheitlich auszeichnet, ist die Führung eines Minerals der Sodalith-Lasuritgruppe. Es ist in den meisten Fällen Hauyn, in einigen reiner Sodalith (helle Typen), in den dunklen Typen herrscht Lasurit, wie neuerdings durch die Entwicklung von H_2S bei Behandlung mit HCl unter positivem Ausfall der Prüfung auf Cl, SO_3 und Ca nachgewiesen werden konnte[3]. Ebenso sind Glimmer (sehr helle bis farblose, Mg-reiche, auch Ca- und Na-haltige, den

[1] Die Fig. 1, 3—5, 10, 11 sind mit Genehmigung der Ges. d. Wiss. Leipzig den P. U. entnommen.

[2] E. Bořicky, Über den Perowskit als mikroskopischen Gemengteil eines für Böhmen neuen Olivingesteins, des Nephelinpikrits. Sitz.-Ber. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 1876. 876. Prag.

[3] Die Angabe der Hauynführung der Polzenite (in P.-U.) ist demnach zu korrigieren.

Phlogopiten nahestehende in den sehr basischen und calcitreichen Typen, dunkle Anomite und Biotite sonst) charakteristische, nie fehlende Gemengteile zum größten Teile letzter Kristallisation. Die Kristallisationen schließen, wo sie keinen Glasrest lassen, mit Nephelin oder Analcim; eine reiche Gefolgschaft von Zeolithen, voran Natrolith und Chabasit, schließt sich an, oft zusammen vorkommend mit Calcit und anderen Carbonaten. Die Gegend von Böhmisch-Leipa ist eins der bekanntesten Lieferungsgebiete von Zeolithen für die Sammlungen. Eine weitere Eigentümlichkeit ist

Fig. 1. Strukturbild des Polzenits vom Modlibovittypus.

Olivin, schematisch stark umrandet; Melilith in Leisten, z. T. gebogen, in Flußstruktur, breite helle Flächen ∥ (001); Lasurit, dunkel bestäubte Körner. Alle diese Gemengteile eingebettet in blassen, biotitischen bis phlogopitischen Glimmer (hell getüpfelt und mit Spaltrissen); Perowskit; titanhaltiger Magnetit.

die Verkieselung und Vererzung mit Limonit und Hämatit der Nachbarschaft der Gänge und Gangspalten, die erkennbar mit der Spaltenintrusion zusammenhängt.

Während die salischen Typen zwei zentrale Scharungen bilden, geknüpft an zwei spezielle, scharf gezeichnete Senkungsfelder innerhalb der Hauptdepression (im N das Kreibitz—Zwickauer Senkungsfeld, im S die Hirschberger Teichtalsenkung) ordnen sich die femischen im weiten Umkreise peripher um diese beiden

Zentren. Auch weiterhin gegen S des Polzengebietes ist diese Anordnung erkannt, wie eine mir neuerdings sprachlich zugänglich gewordene tschechisch geschriebene Arbeit B. Zahálka's beweist [1]. Die randliche Anordnung sehr basischer augitreicher Typen um das böhmische Mittelgebirge herum scheint sich überhaupt durchgängig beobachten zu lassen [2].

2. Die Polzenit- (Vesecit-Modlibovit-) Bergalithserie und die Cadieuxgesteine.

Die auffälligsten Glieder der lamprophyrischen Gruppe sind die **Polzenite**: olivinreiche, augitfreie (selten eine Spur titan- und aluminiumreichen Pyroxens sporadisch enthaltende), sehr basische Melilithganggesteine, deren weitere Unterteilung auf Grund der Monticellitführung einerseits, anderseits durch Vorwalten von Glimmer schon oben angedeutet wurde. Der Vesecit ist charakterisiert durch die Mineralgrundkombination Olivin-Monticellit, Melilith, Lasurit. Monticellit und etwas phlogopitischer Glimmer von blassen Farben und mit grünen idiomorphen Rändern, beide poikilitisch von den anderen Gemengteilen durchwachsen, stellen zusammen mit Nephelin, der in variabler Menge hier und da Nester bildet, die Matrix des porphyrisch-körnigen, im Aussehen diabasähnlichen Gesteins dar. Glimmer und Nephelin folgen dem Lasurit als letzte Kristallisationen. Perowskit ist eine reichlich auftretende, mit der Melilithführung verknüpfte Ergänzungskomponente; Apatit fehlt nie, ist aber sehr unregelmäßig, oft reichlich, Chromit fast regelmäßig in kleinen Beträgen anwesend. Unter den winzigen weingelben, schimmernden, scharfgeschnittenen isotropen Oktaedern, die neben den violgrauen bis nelkenbraunen, in ihrer Formensprache und optischen Eigenschaften wohlbekannten Perowskiten auftreten und üblicherweise ebenfalls als Perowskit angesprochen werden, verbirgt sich anscheinend, wie auch gewisse analytische Befunde andeuten, noch ein seltener Gast, vielleicht Pyrrhit. Eine spezielle Untersuchung des in HCl unlöslichen Gesteinsrestes ist im Gange. Als Erz erscheint Titanomagnetit-Magnetit. Der Modlibovit ist charakterisiert durch Olivin, Melilith, Lasurit und reichlichen phlogopitischen bis biotitischen Glimmer, der einen gleichmäßigen Untergrund bildet; dazu tritt in manchen Vorkommnissen Anomit als Einsprengling; Perowskit, Erze; Apatit sitzt besonders in Erstarrungsresten; Nephelinpflaster vervollständigen das Bild. Titanaugit tritt selten in sternförmigen oder unregelmäßigen Gruppen in den Bestand ein (Fig. 1).

[1] Br. Zahálka, O některých eruptionich horninách z okolí Mělníka a Mšena. Vestnik král. čes. spol. nauk. Třida 2, 3. 1905. Prag.

[2] Vgl. auch J. E. Hibsch, Blatt Meronitz—Trebnitz der geol. Spezialkarte des böhm. Mittelgebirges. 1920.

Kurz nach dem Erscheinen meiner ersten Beschreibung der Polzenite teilte J. Soellner die Entdeckung eines ebenfalls augitfreien, melilith- und hauynführenden Gesteins mit (Gänge im Kaiserstuhl), das zum Unterschiede von den Polzeniten völlig frei von Olivin ist. Er nannte das Gestein **Bergalith**[1]. Die seltenen Augitreste, immer stark resorbiert, verschwinden zugunsten des Melilithes. Biotit tritt auf in gut ausgebildeten Kristallen, rotbraun und denen der Damkjernite sehr ähnlich, oft mit dunklerem Rande, oder in kleinen Schüppchen von vorwiegend grünlichen Tönen. Der Biotit und unregelmäßig verteilter Nephelin stehen in quantitativer Wechselbeziehung zum glasigen Erstarrungsreste. Bedeutsam scheint mir die lokale Nachbarschaft der Bergalithe zu Carbonatit-„Kalkgängen". — Aus dem Mineralbestande, dem Chemismus und dem geologischen Auftreten geht hervor, daß der Bergalith das Endglied einer Reihe ist, die die Polzenite in sich begreift und vom Vesecit über den Modlibovit zum Bergalith führt, und deren Mineralbestand bei fehlendem Augit charakterisiert ist durch ± Olivin, Melilith, Hauyn-Lasurit, Biotit-Phlogopit mit wechselnden Beträgen von Nephelin. Sie gehört zu der größeren Verwandtschaft der Camptonit-Monchiquit-Alnöitgruppe. Die Cadieuxgesteine (ohne ein Mineral der Hauyngruppe) sind mit einigen Typen fast identisch. Tabelle 1 gibt die Gewichtszahlen und Molekularquotienten dieser Gruppe und der Cadieuxgesteine, außerdem das Ganggestein von Grabenstätten (Urach)[2], einen spärlich Titanaugit führenden Polzenit, und die Analyse von glasreichen Lapillen aus dem Tuffe des Jusiberges (Urach) (a. a. O. p. 36). Die Osann-Werte sind angefügt[3]. Tabelle 2 gibt die Berechnung der Normen nach dem C. J. P. W.-System. Diese Berechnung ist hier und im folgenden öfter zu Vergleichszwecken herangezogen worden und gibt, wenn man sich des Unterschieds

[1] J. Soellner, Über den Bergalith, ein neues melilithreiches Ganggestein aus dem Kaiserstuhl. Mitt. bad. geol. Landesanst. 7. 2. 1913.

[2] E. Gaiser, Basalte und Basalttuffe der Schwäbischen Alb. Jahresh. des Ver. f. vaterl. Naturkunde, Württemberg. 1905. p. 16.

[3] Die Osann-Werte sind bei diesen CO_2-reichen Lamprophyren überall berechnet nach Abzug von Calcit, Apatit etc. Gelegentlich ist die Berechnung unter einfacher Vernachlässigung des CO_2-, P_2O_5- etc. Gehaltes, wie üblich, ebenfalls ausgeführt und mit kleinen Ziffern daneben gesetzt. Alle Angaben sind in gleichmäßiger Weise neu berechnet. In einigen Fällen sind bei fremden Analysen, um gleichmäßige Berechnung zu ermöglichen, einige minder wichtige Werte vom Verf. auf Grund eigener Bestimmung getrennt worden (z. B. FeO und Fe_2O_3 in I. 5); die CO_2- und H_2O-Angaben in IX an Stelle des Glühverlustes stammen ebenfalls vom Verfasser (Zeichen *). Kleine Differenzen sind dabei unvermeidlich. Einige Angaben sind schematisch interpoliert, da Originalmaterial nicht vorlag (z. B. P_2O_5 Kostelje; Zeichen +).

Tab. 1. **Analysen der Bergalith—Polzenitreihe und der Cadieuxgesteine.**

	1 Bergalith Oberbergen		2 Modlibovit 1		3 Modlibovit 2		4 Cadieux-gestein 3		5 Vesecit Děvin		6 Polzenit Grabenstätt.		7 Vesecit Kl.-Schwojka		8 Cadieux-gestein 2		9 Cadieux-gestein 1		10 Jusiberg	
			Polzenit						Polzenit										Polz. Lapille	
SiO_2	33,03	5505	37,14	6190	35,65	5942	31,10	5183	27,52	4587	34,03	5672	30,05	5008	30,85	5142	33,26	5543	32,07	5345
TiO_2	1,35	0169	1,64	0205	1,74	0217	2,73	0341	2,67	0334	2,69	0336	1,62	0202	2,87	0359	2,15	0260	2,30	0287
Al_2O_3	13,02	1276	12,20	1196	13,24	1298	10,08	0988	9,48	0929	8,41	0825	9,64	0945	8,21	0825	5,90	0578	6,40	0627
Cr_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27	0018	—	—	—	—	—	—	0,05	0003	—	—
Fe_2O_3	4,73	0296	4,73	0296	6,68	0417	3,64	0227	4,32	0270	3,13	0196	2,12	0137	3,33	0208	5,30	0331	9,62	0601
FeO	5,60	0778	7,74	1075	7,64	1061	3,35	0465	8,13*	1129	6,67	0926	9,10	1264	6,52	0906	6,54	0908	0,83	0115
MnO	0,40	0046	0,22	0031	0,29	0041	0,09	0013	—	—	—	—	0,99	0139	0,21	0030	0,15	0021	—	—
MgO	3,97	0992	15,88	3970	14,38	3595	12,25	3062	16,64	4160	14,68	3670	16,15	4037	23,16	5790	26,41	6602	11,50	2875
BaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08	0005	—	—
CaO	12,72	2271	12,78	2282	13,17	2352	22,77	4065	16,75	2991	18,20	3250	17,65	3152	16,46	2939	14,47	2584	21,07	3761
Na_2O	5,79	0934	3,50	0565	3,64	0587	1,95	0315	2,38	0384	4,58	0739	2,91	0469	1,01	0163	1,23	0198	1,77	0285
K_2O	3,01	0323	1,59	0169	1,77	0188	3,56	0379	—	—	1,69	0180	1,94	0206	1,43	0152	0,82	0087	0,58	0062
P_2O_5	0,58	0041	0,47	0033	0,86	0061	2,01	0142	1,19	0084	1,10	0077	0,91	0064	1,90	0134	0,76	0054	0,83	0058
SO_3	0,99	0124	0,23	0029	0,23	0029	—	—	S 0,10	0031	0,94	0117	0,56	0070	—	—	0,22	0027	—	—
Cl	0,88	0265	—	—	0,03	0008	—	—	—	—	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	—
CO_2	8,42	1914	1,08	0245	0,47	0107	4,94	1123	6,36	1445	Sp.	—	3,58	0814	3,04	0691	1,10	0250	2,33	0530
H_2O	6,00	3333	1,26	0700	1,02	0567	1,22	0678	3,27	1872	4,02	2233	3,72	2067	1,27	0706	2,00	1111	10,33	5739
Σ	100,52		100,46		100,81		99,69		99,08		100,14		100,94		100,26		100,44		99,63	
									Werte nach Osann											
S	53,3	45,7	40,3	39,4	39,1	38,5	40,5		36,2		38,5		35,7	35,8	35,5		34,2		46,5	
A	10,97	9,45	4,62	4,47	4,86	4,84	5,07		2,82		5,88		4,62	4,53	3,02		1,69		2,86	
C	1,01	0,14	2,84	3,22	3,37	3,27	2,16		4,02		—		1,86	1,81	3,14		1,71		2,31	
F	22,75	35,09	44,78	45,23	47,85	45,31	45,14		49,69		49,77		51,33	52,23	54,33		50,75		42,33	
a	6,7	4,2	1,8	1,7	1,7	1,8	1,95		1		2,1		1,5	1,55	0,7		0,6		1,3	
c	0,6	0,06	1,1	1,2	1,2	1,3	0,8		1,4		—		0,5	0,62	1,1		0,6		1,0	
f	12,7	15,7	17,1	17,1	17,1	16,9	17,25		17,6		17,9		18,0	17,83	18,2		18,4		17,7	
n	7,5		7,55		7,55		4,6		—		8,0		7,0		5,2		7,0		8,4	
k	0,59		0,51		0,49		0,51		0,43		0,45		0,40		0,45		0,53		0,75	

Tab. 2. **Normen (C. J. P. W.) der Bergalith-Polzenitgruppe und der Cadieuxgesteine.**

	1 Bergalith O.-B.	2 Modlibovit 1	3 Modlibovit 2	4 Cadieux-gestein 3	5 Vesecit D	6 Polzenit Gr	7 Vesecit Kl.-S.	8 Cadieux-gestein 2	9* Cadieux-gestein 1	10 Jusiberg
or	17,79	—	—							
ab	17,29	—	—							
an	2,78	15.57	14,73	8,06	15,29		1.67	9.73	8,06	7,78
F	37,86	15,57	14,73	8,06	15,29	—	1,67	9.73	8,06	7,78
lc	—	6,54	4,80	12,13	—	—	—	—	—	2,62
kp	—	0,63	2,53		—	5,69	6,63	4,74	1,93	
ne, so, ha	13,37	16.60	17,00	9,09	11,06	20,09	13,99	4,54	5,68	8,24
L	13,37	23,77	24.33	21,22	11.06	25.78	20.62	9,28	7,61	10,86
sal'	**51,23**	**39,34**	**39,06**	**29,28**	**26,35**	**25,78**	**22,29**	**19,01**	**15,67**	**18,64**
C	1,73	—	—	—	—	—	2,24	1,53	—	—
di	—	—	—	—	—	ae 4,16	—	—	—	18,14
am	—	13,33	14,95	22,22	1,56	5,66	—	—	—	19.39
cs	—	—	—	—	4,73	19,87	17,28	12,64	15,82	14,28
ol	10,47	33,84	27,97	21,42	34,32	30,66	39,72	44,48	49,56	—
PO	10.47	47,17	42,92	43,64	40,61	60,55	57,00	57,12	65,38	51,81
mt	6,96	6,96	9,74	3,25	6,88	2,55	3,02	4,87	7.66	9,60
cm, he	—	—	—	1.44	—	—	—	—	—	—
il	2,58	3,19	3,34	5,07	5,02	5,17	3,04	5,47	4,10	1,82
M	9,54	10,15	13,08	9,76	11,90	7,72	6,06	10,34	11,76	11,42
ap	1,34	1,01	2.02	4,70	2.69	2,69	2,02	4,37	2,02	2,02
fem'	**21,35**	**58,33**	**58,02**	**58,10**	**55,20**	**70,96**	**65,08**	**71,83**	**79,16**	**65,25**
cc	19,10	2,40	1,10	11,20	14,40	—	7.00	6,90	2,50	5,30
Aq	6,00	1,26	1,02	1,22	3,27	4.02	3,72	1,27	2,00	10.33
Δ	+ 1,11	— 0,87	+ 1,61	— 0,11	— 0.04	— 0,42	+ 0,61	— 0,28	+ 1,11	+ 0,11
Σ	100,52	100,46	100,81	99,69	99,18	100,14	100,94	100,26	100,44	99,63
sal (+C) / fem' (−cc)	$\frac{52,96}{21,35} = 2,45$	$\frac{39,34}{58,33} = 0,67$	$\frac{39,06}{58,02} = 0,67$	$\frac{29,28}{58,10} = 0,50$	$\frac{26,35}{55,20} = 0,48$	$\frac{25,78}{70,96} = 0,36$	$\frac{24,53}{65,08} = 0,38$	$\frac{20,54}{71,83} = 0,29$	$\frac{15,67}{79,16} = 0.20$	$\frac{18,64}{65,25} = 0,28$
sal / fem'	$\frac{52,96}{36,13} = 1,48$	$\frac{39,34}{58,33} = 0,65$	$\frac{39,06}{58,02} = 0,66$	$\frac{29,28}{68,10} = 0,42$	$\frac{26,35}{55,20} = 0,38$	$\frac{25,78}{70,96} = 0,36$	$\frac{24,53}{65,08} = 0,34$	$\frac{20,54}{71,83} = 0,26$	$\frac{15,67}{79,16} = 0,19$	$\frac{18,64}{65,25} = 0,26$

zwischen normativer und modaler Zusammensetzung und der Gedankengänge, die der Aufeinanderfolge der „standard"-Mineralien zugrunde liegen, bewußt bleibt, ein anschauliches Bild quantitativer Verschiebung. Charakteristisch ist der Gehalt an Leucads: ähnlich sind Modlibovit und Mel.-Biotitgestein (Cd. 3) Bowen's, stärker ist das Vorherrschen solcher Moleküle bei den Veseciten über Cadieux 1. 2. = Monticellit-Alnöite; immer stehen die Cadieuxgesteine den Polzeniten an L und F (sal') nach, ganz entsprechend

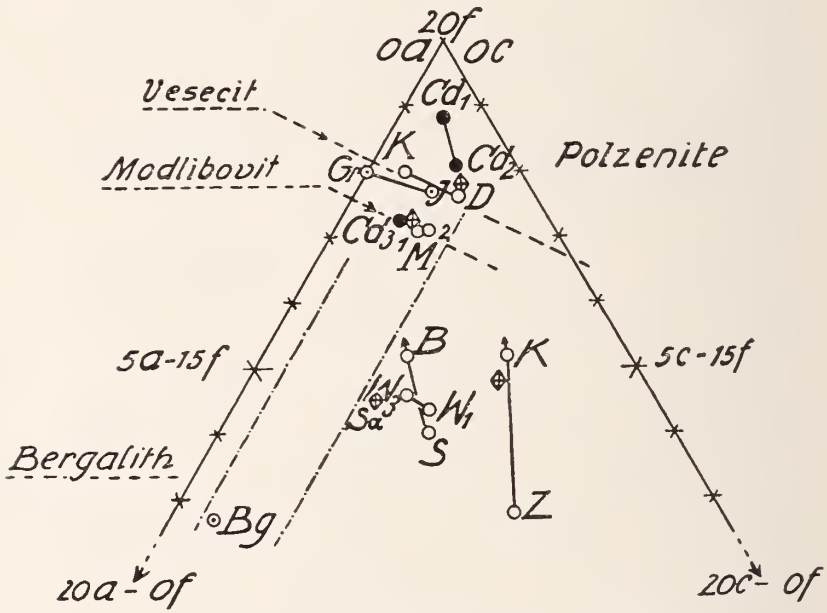


Fig. 2. F-Spitze des Osann'schen A C F-Dreiecks.

Analysenwerte der Polzenit—(Vesecit—Modlibovit—) Bergalith-Reihe und der Cadieuxgesteine (●), der pyroxenreichen Lamprophyre des Polzengebietes, der Damkjernit–Sannait-Reihe (⊕). Zusammengehörige Typen sind verbunden; ◯ Gesteine des Polzengebietes. Monchiquite in der Mitte.

ihrer mineralogischen Verschiedenheit[1]. Wesentlich sind auch die Ziffern von am und cs[2] (cs bedeutet Calciumorthosilikat; es deutet auf Monticellit). Die Berechnung von Klassen, Ordnungen usw. ist nach den gegebenen Daten leicht möglich. Sie ergibt keine weiteren Vergleichsmöglichkeiten natürlicher Art. Fig. 2 gibt die

[1] In demselben Sinne sind auch die größeren k-Werte (Osann) der Cd-Gesteine zu deuten.

[2] vgl. H. S. Washington, Journ. Wash. Acad. (5.) 345. 1915.

Darstellung der Osann'schen Figuren der betrachteten Gesteine in der F-Spitze des Dreiecks (Ausschnitt). Die Polzenit—Bergalith-Reihe ordnet sich längs der AF-Linie in wenig breitem Zuge: die den Alkaliperidotiten nahen Typen liegen in unmittelbarer Nachbarschaft des F-Pols.

Der Erscheinungsweise nach sind die Polzenitgänge, wie die eingehende Beschreibung in P. U. zeigt, Ganggesteinskörper selten von ebenflächiger Begrenzung, oft gewundene Platten, Schalen

Fig. 3. Strukturbild des doleritischen Melilithbasaltes von Budikov (nephelinreiche Partie).

Olivin mit Rändern von Titanaugit; Melilith in dick rechteckigen Längsschnitten mit Anwachssektoren reich an Pyroxenmikrolithen, in der Mitte Schnitt etwa ‖ (001), Resorptionserscheinungen, randlich ansitzender Titanaugit; Rhönit, dunkel; Biotit in Fetzen, mit guter Spaltbarkeit, heller als Rhönit; Titanaugit reichlich, Nephelin als Fülle, aber mit Neigung zu idiomorpher Gestaltung; Melilith und Nephelin hell; wenig Magnetit, schwarz.

unruhig gekrümmter Form, unregelmäßige Adern mit seitlichen Auswüchsen und Ausläufern; sie intermittieren oft in dem Ausgehenden der langen Gangzüge, zerschlagen sich im lockeren Gestein vielästig und durchtränken es, förmliche Mischungen bildend mit ihrem Schmelzfluß. Alle diese Erscheinungen weisen auf eine sehr große Fluidität des polzenitischen Magmas hin. Im Schliffbilde sind Flußstrukturen gemein. Die Mächtigkeit der größeren Gänge beträgt 2—3 m im Mittel.

3. Pyroxenreiche Gangbasalte des Polzengebietes.

An die Gruppe der olivinreichen augitfreien Gesteine schließen sich zwei andere, ebenfalls stark melanokrate an, die sich durch großen Reichtum an Pyroxen oder Pyroxen + Hornblende auszeichnen. Wesentlich aus Pyroxen und Nephelin bei wechselnden, aber nie fehlenden Beträgen an Melilith, Rhönit und Biotit bestehen die grobkörnigen („doleritischen") Gesteine der Teufelsmauern, die in P. U. als Nephelin-Melilithbasalte und Nephelinbasalte bezeichnet wurden. Die Hauynführung tritt sehr zurück. Zweierlei ist mineralogisch an diesen Gesteinen bemerkenswert. Einmal ist das Verhältnis von Nephelin zu Pyroxen sehr schwankend. Bei sehr allmählichen Übergängen innerhalb der bis 35 km langen Züge entwickeln sich aus nephelinreicheren Typen (Fig. 3 und Analysen) sehr pyroxenreiche, die nur eine winzige Nephelinfülle in den Zwickeln erkennen lassen. Fernerhin weist der Melilith sehr interessante bikonkave Resorptionsformen auf, die den Wachstumssektoren (Fig. 3) insofern entsprechen, als die von den (001)-Flächen sich einsenkenden Pyramiden (p. 513) zuerst aufgezehrt werden und zerfressen dünn sanduhr- oder hantelartige Formen zurückbleiben. Die Struktur dieser Gesteine, porphyrisch durch Olivin, seltener durch Titanaugit, vollkommen holokristallin, zeigt deutliche Übergänge zu abyssischen Strukturformen (hypidiomorphkörnige bis panidiomorphe Pyroxen-Nephelinpflaster) und eine Durchaderung mit mikroskopischen Adern und Trümern feiner pegmatitischer Art (vgl. Abschn. 12). Diese Gruppe steht den pyroxenreichen abyssischen Yamaskiten[1] nahe, ebenso dem Fasinit[2] (Lacroix; Hauptkombination Titanpyroxen—Nephelin). Den Vergleich ermöglicht Tabelle 3. Eine Analyse nephelinarmer Teufelsmauergesteine liegt leider nicht vor, es ist die zweier nephelinreicher gegeben; der analytische Befund zeigt in Al_2O_3, Alkalien, Kalk, den Unterschied.

4. Monchiquitische und bekinkinitische Typen (Wessèlit).

Die zweite melanokrate Gruppe bilden die Ganggesteine von Wesseln, in P. U. als Biotit-Hauynbasalte bezeichnet. Sie führen Biotit (Anomit), Barkevikit, Titanpyroxen, Olivin als Einsprenglinge

[1] G. A. Young, The geol. and petrology of Mt. Yamaska. Geol. Surv. of Canada. Ann. Rep. 1904. p. 33. (Gebiet der Monteregian Hills, vgl. p. 495 dieser Arbeit!)

[2] A. Lacroix, Les roches alcalines caractérisant la province pétrograph. d'Ampasindava. Nouv. Arch. du Mus. d'hist. Nat. (4.) 1. 1902. p. 135 u. 194; — Compt. rend. 1920. No. 1. p. 22, 23.

Zu 1 u. 2 vgl. W. C. Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets, IV. Teil 1922 (Fengebiet), der p. 42 ff. und p. 72 ff. diese Gruppen eingehend diskutiert; von hier ist auch das Analysenmaterial entnommen. Fasinit Lacroix' = Bekinkinit Rosenbusch's; der Name Bekinkinit bleibt für monchiquitische Typen.

in einer Grundmasse von Biotit, Titanaugit, Hauyn und Analcim. Biotit und Barkevikit haben einschlußreiche dunkle Ränder (Einschlüsse: Hauyn, Titanaugit), Biotit und Analcim als Letztkristallisationen sind poikilitisch durchwachsen (Fig. 4). Diese Gesteine gehören der Monchiquitgruppe an und sind am nächsten verwandt den Bekinkiniten (W. C. Brögger corr. — nicht Rosenbusch: vgl. die Lit.-Angaben auf p. 504; Grundkombination: Barkevikit + Nephelin [Analcim]), von denen sie sich durch die Führung reich-

Fig. 4. Strukturbild des Wesselits (Hauyn-Biotit-Bekinkinit).

Oben ein Barkevikiteinsprengling, unten ein Anomit mit Einschluß von Olivin und Barkevikit, beide mit dunklen titanreichen Rändern, die Hauyn und Titanaugite einschließen; Titanaugit und Hauyn in der Grundmasse, poikilitisch in Biotit- und Analcimfülle. Biotit der Grundmasse dunkel wie die Ränder der Einsprenglinge.

lichen Biotits, besonders in der Grundmasse, und durch die von Hauyn unterscheiden. Den Vergleich mit den Bekinkiniten ermöglicht Tabelle 3; bemerkenswert sind die Alkaliziffern; die Unterschiede ergeben sich aus dem Mineralbestande. Diese Gruppe wird im folgenden als Wesselit bezeichnet.

Zwei weitere monchiquitische, biotitreiche barkevikitführende Gesteine aus dem Süden des Polzengebietes ließen sich aus Zahalka's Arbeit gewinnen (na Zídné bei Tupadl n. Melnik, melilithführend? — und Kostelce bei Schloß Tupadl).

Tab. 3. **Akkumulative pyroxen- und barkevikitreiche Tiefengesteinsgruppen und Monchiquite** zum Vergleich mit den Ganggesteinen der Tenfelsmauern und von Wesseln. Der größere Gehalt dieser beiden Gesteine an Alkalischmelze ist ohne weiteres erkennbar; die k-Ziffern sind geringer. Die Biotitführung des Wesselits ist im Anschwellen der Kaliziffer zu erkennen, vgl. die n-Werte.

	Abyssisch Yamaskit—Fasinit-Reihe						Grobkörniger „Mel.-Neph.-Basalt“ Tenfelsmauer, nephelinreiche Var. (Mittel)		Hypabyssisch Bekinkinite				Wesselit =Biotit-Hauyn-Bekinkinit von Wesseln (Mittel)	
	Essexit-Yamaskit, Brandberget, Kristiania		Yamaskit I, Mt. Yamaska, Montereg. Hills		Fasinit, Ambaliha, Madagaskar				Mittel nach W. C. Brögger		Mittel nach A. Lacroix			
SiO_2	43,65	7275	39,97	6662	40,10	6683	39,07	6512	42,25	7042	42,50	7083	44,16	7360
TiO_2	4,00	0500	4,05	0506	2,98	0372	1,25	0156	2,81	0358	2,65	0331	1,01	0126
Al_2O_3	11,48	1125	8,68	0851	15,50	1520	17,36	1702	15,91	1560	15,00	1471	15,82	1551
Fe_2O_3	6,32	0395	8,63	0539	6,35	0397	7,92	0495	2,82	0176	3,69	0193	4,91	0307
FeO	8,00	1111	7,99	1110	7,29	1012	9,09	1262	8,04	1117	7,66	1064	6,79	0943
MnO	—	—	0,19	0027	—	—	0,24	0034	0,25	0035	0,19	0027	0,31	0044
MgO	7,92	1980	10,32	2580	8,41	2102	7,03	1757	7,56	1890	7,28	1820	7,04	1760
CaO	14,00	2500	15,18	2711	12,40	2214	9,75	1741	11,29	2016	11,68	2086	10,02	1789
Na_2O	2,28	0368	1,19	0192	3,37	0544	4,86	0784	4,10	0661	4,31	0695	3,75	0605
K_2O	1,51	0161	0,74	0079	1,67	0177	2,07	0220	1,51	0161	1,28	0136	2,60	0277
P_2O_5	?	?	0,10	0007	1,28	0090	0,46	0032	0,47	0033	0,39	0027	0,70	0049
CO_2	—	—	1,15	0261	—	—	0,12	0027	0.10	0023	0,09	0020	0,62	0141
FeS_2	—	—	1,01	—	—	—	—	—	—	—	0,04	—	SO_3 0,33	0041
H_2O	1,00	0556	0,57	0317	0,87	0483	0,88	0183	2,98	1656	4,03	2239	2,33	1234
Σ	100,16		99,77		100,22		100,10		100,14		100,19		100,39	
Werte nach Osann														
S	49,17		46,21		46,66		44,37		49,14		49,50		50,69	
A	3,35		1,75		4,77		6,67		5,46		5,55		5,98	
C	3,76		3,74		5,29		4,65		4,84		3,27		4,53	
F	36,57		42,80		33,22		32,95		30,26		31,86		28,29	
a	1,5		0,7		2,2		3,0 !		2,7		2,7		3,1 !	
c	1,7		1,5		2,5		2,1		2,4		1,6		2,3	
f	16,8		17,8		15,3		14,9		14,9		15,7		14,6	
n	7,0		7,1		7,5		7,9 !		8,0		8,2		6,9 !	
k	0,77		0,76		0,63		0,54		0,68		0,69		0,69	

Die chemische Zusammensetzung der pyroxenreichen Gruppen gibt Tab. 4, und Tab. 5 den normativen Bestand. Die Osann'schen Figuren sind mit im Diagramm Fig. 2 gegeben worden. Die pyroxenreichen Gruppen liegen etwas gegen die AC-Linie verschoben und weisen eine Tendenz gegen den F-Pol und die dort enggescharten olivinreichen Gesteine auf. Die S-Werte sind beträchtlich höher als bei den Melilithgesteinen.

5. Monticellit in den Veseciten.

Die Olivine der lamprophyrischen Melilithgesteine sind im allgemeinen recht eisenarm [1]. Sie sind bei den Veseciten sehr häufig, seltener bei den Modliboviten, von Rändern umwachsen, die in der

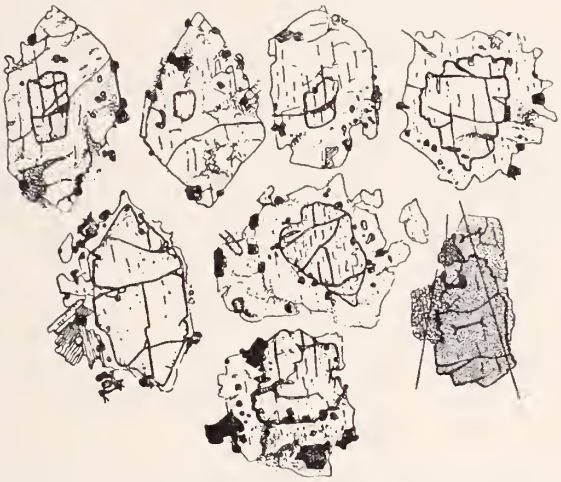


Fig. 5. Monticellit-Umrandungen um Chrysolith-Olivin im Vesecit (Polzenit).
Rechts unten: Auslöschungen parallel und etwas abweichend, Achsenebenen, Achsenwinkel bei Monticellit kleiner als bei Chrysolith. Ferritkränze und Ferritstaub.

Regel, aber nicht immer, optisch gleichmäßig orientiert sind. Ich ließ in P. U. die Frage offen, ob es sich um Monticellit mit geringer Chrysolith-Olivinzumischung oder um Olivin mit reichlichem Monticellitmolekül handele, da der Chemismus des Monticellits (neben Fe-Reaktion) qualitativ erweisbar war, die Isolierung des Minerals zum Zwecke quantitativer Untersuchung nicht gelang. Schließlich ist der Unterschied beider Möglichkeiten gering. Man kann, da nun auch Bowen den gleichen Befund an chemisch und mineralogisch fast identem Gesteine macht, der meine optischen

[1] vgl. auch Br. Zahalka, a. a. O. p. 14 u. a.

Tab. 4. **Analysen pyroxenreicher lamprophyrischer Ganggesteine des Polzengebietes.**

	Doleritische Mel.-Neph.-Basalte [1]		Biotit-Monchiquite [2]		Wesselit = Hauyn-Biotit-Bekinkinit	
	Smržov	Budikov	na Žitné	Kostelce	Wesseln 1	Wesseln 2
SiO_2	39,56 6593	38,57 6428	37,17 6195	40,48 6747	44,69 7448	43,62 7270
TiO_2	1,20 0150	1,30 0162	0,72 0090	0,50 0062	1,00 0125	1,02 0127
Al_2O_3	19,05 1868	15,69 1538	20,19 2136	15,50 1520	16,18 1586	15,45 1515
Fe_2O_3	7,25 0453	8,60 0537	9,04 0567	11,20 0700	4,88 0305	4,94 0309
FeO	9,10* 1264	9,09 1262	2,84 0394	1,18 0164	6,93 0962	6,65 0924
MnO	— —	0,24 0034	0,46 0065	0,28 0039	0,22 0031	0,40 0056
MgO	5,43 1357	8,62 2155	4,42 1105	9,04 2260	6,52 1630	7,56 1890
CaO	10,21 1823	9,29 1659	14,79 2641	13,21 2369	10,41 1859	9,63 1720
Na_2O	4,63 0750	5,10 0823	2,85 0460	1,26 0203	3,58 0577	3,91 0631
K_2O	2,32 1297	1,81 0193	3,25 0346	2,74 0291	2,66 0283	2,54 0270
P_2O_5	0,47 0033	0,45 0032	0,60 † 0042	0,60 † 0042	0,56 0039	0,83 0058
SO_3	— —	— —	— —	— —	0,33 0041	0,32 0040
CO_2	— —	0,12 0027	0,67 † 0152	0,80 † 0182	0,49 0111	0,75 0170
H_2O	0,80 0444	0,93 0517	3,00 1667	2,46 1367	2,41 1339	2,25 1250
Σ	100,00	99,83	101,00	99,25	100,86	99,87

Werte nach Osann

S	45,4	43,4	44,0	46,2	51,0	50,6
A	6,71	6,70	5,64	3,36	5,80	6,17
C	5,87	4,42	9,33	6,96	4,89	4,19
F	35,31	35,38	26,01	33,12	27,52	28,68
a	3,2	2,9	2,7	1,6	3,0	3,2
c	2,8	1,9	4,5	3,2	2,6	2,2
f	14,0	15,2	12,8	15,2	14,4	14,6
n	7,1	8,1	5,7 !	4,1 !	6,7	6,1
k	0,60	0,60	0,56	0,69	0,71	0,69

[1] Analysiert wurden die nephelinreichen Typen; die pyroxenreichen enthalten oft nur eine sehr geringe Spur Nephelin.

[2] Analysen von E. Kohn in Zahalka, a. a. O.

Tab. 5. **Normen pyroxenreicher lamprophyrischer Ganggesteine des Polzengebietes.**

	Doleritische Mel.-Neph.-Basalte		Biotit-Monchiquite		Wesselit = Hauyn-Biotit-Bekinkinit	
	Smřzov	Budicov	na Zitné	Kostelce	Wesseln 1	Wesseln 2
or	1,67	2,22	—	10,56	15,57	15,01
ab	—	—	—	—	13,63	13,10
F alk	1,67	2,22	—	10,56	29,20	28,11
an	24,19	14,73	36,70	28,63	20,29	16,96
F	25,86	16,95	36,70	39,19	49,49	45,07
lc	9,59	6,54	15,26	4,36	—	—
ha. ne	21,30	23,28	13,06	5,68	9,35	11,35
L	30,89	29,82	28,32	10,04	9,35	11,35
sal	**56,75**	**46,77**	**65,02**	**49,23**	**58,84**	**56,42**
di	18,36	21,60	—	22,03	18,36	12,96
am	—	—	10,50	—	—	—
ol	10,37	14,24	7,70	8,68	11,17	15,31
P O	28,73	35,84	18,20	30,71	29,53	28,27
he, mt	10,44	12,53	11,71	12,21	6,96	7,19
il	2,28	2,43	1,37	0,91	1,98	2,08
M	12,72	14,96	13,08	13,12	8,94	9,27
ap	1,01	1,01	1,34	1,34	1,34	1,34
fem' (— cc)	**42,46**	**51,81**	**32,62**	**45,07**	**39,81**	**38,88**
cc	—	0,30	1,50	1,80	1,10	1,70
Aq	0,80	0,93	3,00	2,46	2,41	2,25
Δ	— 0,01	+ 0,02	— 1,14	— 0,59	— 1,30	+ 0,62
Σ	100,00	99,83	101,00	99,25	100,86	99,87
$\frac{sal}{fem'}$	$\frac{56,75}{42,46} = 1,33$	$\frac{46,77}{51,81} = 0,90$	$\frac{65,02}{32,62} = 2,00$	$\frac{49,23}{45,07} = 1,09$	$\frac{58,84}{39,81} = 1,47$	$\frac{56,42}{38,88} = 1,45$

Daten bestätigt und weiter präzisiert, das Olivinmineral unbedenklich als Monticellit ansprechen, dem ein kleiner Chrysolithgehalt beigemischt ist[1], obwohl auch im Falle der Cadieuxgesteine auf die Isolierung verzichtet werden muß. Die genannten Umsäumungen geben Bilder wie Fig. 5, die ich meiner ersten Polzenarbeit entnehme, und die der Abbildung vom Alnöit Aldersnåset, Alnö, die Bowen seiner neuen Arbeit beigibt, vollkommen entsprechen. Die Monticellitsubstanz schiebt sich auch weiterhin in die Grundmasse hinein, vielfach Melilithe umfassend. Es ergibt sich gegenüber der Bowen'schen Physiographie nur der Unterschied, daß in den augitfreien Polzeniten nie zu beobachten ist, daß Resorptionsreste von Augit in Monticellit eingebettet lagen, oder daß Pyroxen für die Bildung von Monticellit aufgebraucht worden wäre. Hie und da sporadisch auftretende Pyroxenknäuel und -sterne oder einzelne Pyroxene (in Modlibovitpartien vom Goldstein) sind immer scharf geschnitten und stehen offenbar in keiner Beziehung zur Monticellitbildung. Soweit räumliche Berührung Hinweise gibt, ist die Monticellitbildung ihrem Wesen nach an Chrysolith-Olivinresorptionen geknüpft, aus denen er unter Ca-Zufuhr hervorzugehen scheint. Dabei ausgeschiedene Ferritsubstanz liegt saum- oder kranzartig gereiht an der Grenze beider oder wirr eingestreut im Monticellitrande. In diesem Zusammenhang ist beachtlich, daß sich Monticellit deutlich neben Fetzen ganz heller Glimmer und viel krümeligen unbestimmbaren winzigen Kristallisationen in Kalkmergeleinschlüssen findet, die sich am Ausgehenden mancher Gänge zahlreich breccienartig in die unruhig-schlackige, meist durch körneligen oder nadelförmigen Pyroxen dunkel und schwer auflösbar gewordene, mit stark abgeschmolzenen Olivinen erfüllte Gesteinssubstanz, hineinbetten. Es gibt einige Übergangstypen, die deutlich zeigen, daß in einem gewissen späten Kristallisationsstadium die Glimmerbildung außerordentlich begünstigt ist, und diese Glimmer sich zwischen alle anderen Gemengteile hineinschieben. Dabei wird der Monticellit und auch ein Teil des Olivins aufgebraucht, es mag auch Melilith dabei resorbiert werden (Biotitbänder in den Rissen großer Melilithe s. Fig. 1). Bei Übergängen in Modlibovit wachsen die gekennzeichneten hellen Glimmer mit grünen idiomorphen Rändern gegen Nephelin, Ca-reiches Glas der Einschmelzungen, Calcit und Spreusteinaggregate: das unruhige Bild der Vesecite macht mit vollkommener Verdrängung des Monticellits durch Glimmer dem ruhigen der Modlibovite Platz. Dabei bildet sich hie und da

[1] Olivine mit Monticellit-Molekül sind beobachtet von Fr. Quiroga y Rodriguez, Estudios micrographicos en algunos basaltos de Ciudad-Real. Anal. de la Soc. Esp. hist. nat. 9. 1880. 161. — A. Leppla u. A. Schwager, Der Neph.-Basalt von Oberleinleitner, Geogn. Jahresh. München 1888. I. 65, immer in basischen Nephelinbasalten.

ein wenig gelblichbrauner Augit in Glimmerfetzen neu. — In den Übergangsgesteinen von Crassa—430 m-Hügel—Oschitz ist Titanaugit einsprenglingsartig neben Melilith vorhanden (Leisten), ebenso bei dem Polzenit von Smržov (große Anomite); genau wie die gelbbraunen Biotite wächst er hier mit dunklem Rande in die Grundmasse weiter, Einschlüsse, auch scharf gezeichnete Melilithe umfassend. Die letzten Erstarrungen sind hier ein schlierig unregelmäßiger, ziemlich reichlicher Nephelin. Diese Gesteine sind Übergänge zu den Wesseliten. — Die stark hybriden Übergangsgesteine von Luh (Luhite, Abschn. 12) mit primärem Titanaugit (in sperrigen Agglomeratkränzen um resorbierte Olivine), ohne gegenseitiges Resorptionsverhältnis zu scharfgeschnittenen Melilithleisten, enthalten als hellen Untergrund Nephelin und an Stelle des Monticellits Calcit (Fig. 8). Sie leiten über zu den Teufelsmauergesteinen.

Olivinarme Partien leiten zu dem Bergalith über, der nur als Schlieren in Polzeniten festgestellt werden konnte.

Die Doppelbrechung der Cadieux-Monticellite $n\gamma - n\alpha = 0{,}015$ bei $n\gamma = 1{,}668$ und $n\alpha = 1{,}653 \pm 0{,}002$ wird anscheinend kaum erreicht, künstlicher Monticellit hat ebenfalls geringere Werte. Meine Angabe eines großen negativen (scheinbaren) Achsenwinkels wird durch die Angabe Bowen's $2V = 70^0 \pm 5^0$ bestätigt. Die danach im Gesichtsfelde noch erkennbare Barrenkrümmung [1] gegenüber den fast geraden Barren des Chrysoliths wird als ein gutes diagnostisches Merkmal für alle diejenigen Schnitte gelten können, in denen der direkte Vergleich (Umschalung) mit Olivin versagt.

6. Melilithführung in der Polzensippe.

Wir verdanken J. B. Ferguson und A. F. Buddington (1920)[2], A. F. Buddington (1922)[3] und N. L. Bowen (a. a. O. p. 20) wertvolle Unterlagen über die Zusammensetzung und auch über die Diagnose eisenarmer gesteinsbildender Melilithe. Die Melilithe entsprechen im allgemeinen festen Lösungen, in die folgende Verbindungen mit verschiedenen Beträgen eingehen: Akermanit $2CaO.MgO.2SiO_2$, Gehlenit $2CaO.Al_2O_3.2SiO_2$, Grossular $3CaO.Al_2O_3.3SiO_2$, Lagoriolith[4] $3Na_2O.Al_2O_3.3SiO_2$, Andradit $3CaO.Fe_2O_3.3SiO_2$, wohl auch Eisen-Akermanit $2CaO.FeO.2SiO_2$.

Der Grundstock der eisenfreien, optisch um Isotropiewerte spielenden, randlich meist deutlich

[1] Bowen, a. a. O. p. 3.

[2] J. B. Ferguson and A. F. Buddington, Am. Journ. 50. p. 131. 1920.

[3] A. F. Buddington, On some natural and synthetic melilites. Am. Journ. (5.) 3. 23. 1922. p. 37 ff.

[4] künstlich von Morozewicz.

negativen Melilithe mit $n_{(m)}$ um 1,630, selten höher (Humboldilithgruppe), ist gegeben durch ein ternäres System, dessen Komponenten der optisch + Akermanit, der opt. — Gehlenit und der opt. — Sarcolith (= 90 % Grossular + 10 % Lagoriolith) darstellen und die bis auf eine Spur Inhomogenität nahe bei **am** (gegen **sa**) einen vollkommenen Komplex von homogenen Mischkristallen bilden. Die optischen Daten sind zusammengestellt nach den Angaben und Diagrammen von Buddington in Fig. 6. In den Polzeniten (s. str.) gehen die Brechungsexponenten höchstens bis 1,633 herauf, Kern isotrop bis Spur positiv, Rand schmal negativ,

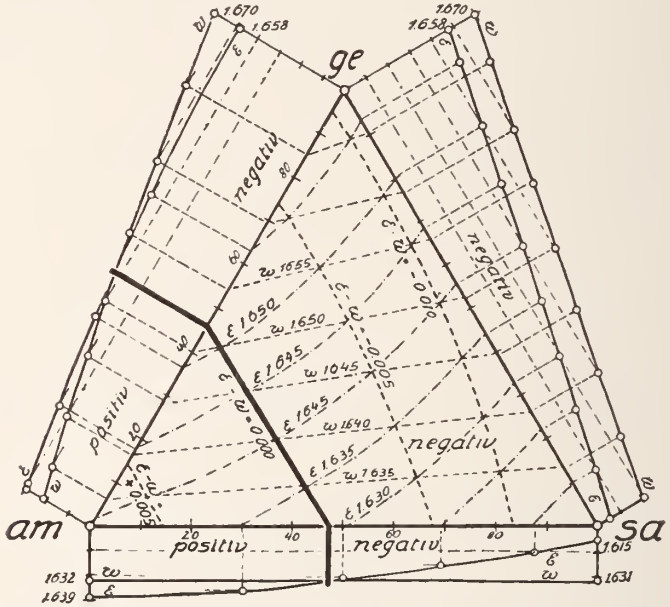


Fig. 6. Optik des ternären Systems Akermanit—Gehlenit—Sarcolith (eisenfreie Melilithe der Humboldilithgruppe).

Doppelbrechung bis 0,003—0,004. Damit sind sie gekennzeichnet als etwa (Kern) 55 **am** bis 40 **am** (Rand) und (bei sehr geringen Werten von Gehlenit) fast den vollen Ergänzungswerten dieser Zahlen an **sa**: sie haben also Na-reiche Ränder (Nephelin folgt ihnen!). In den Melilith-Nephelinbasalten mag der Betrag an **sa** im Rande bis 60—65 % steigen; auch der Kern zeigt geringere Anteile der positiven Substanz (reichlich Nephelin in der Schlußerstarrung!).

Was nun das Verhältnis der Melilithbildung zu der Augitbildung anlangt, so geben die Melilith-Nephelinbasalte (und die Übergangsgesteine von den Polzeniten zu ihnen) sehr

charakteristische Bilder. Die schon p. 504 genannten und auf Fig. 3 abgebildeten dicktafelförmigen Melilithe enthalten in den von den (001)-Flächen sich einsenkenden Sektoren als Einschlüsse — ebenso, als kranzartig geordnete, frühere Wachstumsstadien einrahmende Einlagerungen — Pyroxenmikrolithen. Dies deutet an, daß die erste Phase der Melilithbildung einer Pyroxenbildung vorausging, und dann beide eine Zeitlang gleichzeitig erfolgten. Es kann aus diesem Befunde nicht bestritten werden, daß Anfangskristallisationen von Titanaugit bei Beginn der Melilithbildung schon vorhanden sein konnten und sie überdauerten. Aber einem späteren Stadium der Kristallisation tritt offenkundig eine teilweise Resorption, besonders der Na-reichen Ränder und der Basissektoren der Melilithe ein; Titanaugit bildet sich in randlicher Apposition am Melilith und frißt sich von den Basisflächen aus ein (Fig. 3, oben), so daß schließlich nur jene oben geschilderten angefressenen, unregelmäßig bikonkaven Melilithreste übrig bleiben, oder partienweise selbst diese vollkommen verschwinden (kleine und große Teufelsmauer). Soweit eine Kristallisationsfolge zweifelsfrei zu beobachten ist, folgt die Pyroxenbildung der Melilithausscheidung. Normalerweise ist in den augitfreien Polzeniten das Verhältnis beider zueinander nicht zu beobachten. Tritt Augit ausnahmsweise in sternförmigen Aggregaten auf, so läßt er keine Spur von Resorption erkennen. Einzelne in Modliboviten mit dem Fülle-Glimmer verwachsene Titanaugite sind sicher spätere Bildung. Wo in pyroxenführenden Übergangstypen infolge von Einschmelzungen Olivin rundlich abschmilzt, ist auch der Titanaugit oft abgeschmolzen. Daß hier seine Substanz für Melilithbildung verwendet wurde, ist vollendet unwahrscheinlich, und sicher läßt nirgends eine Verwachsung beider diesen Schluß zu. Im Gegenteil, wo bei Einschmelzungen auch SiO_2 zugeführt wird (und das ist bei anstehenden cretaceischen Kalksandsteinen und Mergeln durchaus der Fall), verschwindet der Melilith wie der Olivin zugunsten einer schon angedeuteten Bildung krümeligen, auch leistenförmigen und spießigen Pyroxens von meist grünlichen Farben, neben dem in bestimmten Fällen Biotit, Nephelin und Calcit kristallisieren.

7. Die Kristallisationsfolge.

Es wurde bereits festgestellt, daß Olivin in den femischen Typen die älteste der Hauptmineralkomponenten ist. Es ergibt sich das auch aus seiner überall zu beobachtenden Wiederauflösung und peritektischen Umsetzung mit der Schmelze zu Pyroxen. Bis in die intermediären Typen hinein finden wir so entstandene Pyroxenaggregate, von Eisenerzen durchstreut (Roll, vgl. die Pyroxensterne der Polzenite). In den rasch erstarrten Apophysen des sich zerschlagenden Polzenitganges der Bockwener Mühle finden wir neben viel scharf geschnittenem

Olivin große, bis 1,5 cm lange Melilithe in mikrolithenreichem (zersetztem) Glase. Ebenso zeigen die mit Glasresten erstarrten Vesecite von Schwojka, Devin usw. oft nur große Olivinkristalle und Melilithtafeln in fluidalen Schwärmen kleiner Melilithe, Perowskite usw. Es fehlt hier sehr deutlich eine Pyroxenphase, die der Melilithbildung vorausgeht. Ebenso, wie diese Pyroxenphase überall dort, wo sie angedeutet ist, der Melilithbildung höchstens parallel läuft, sicher zum größten Teile nachfolgt.

Dies ist ein wichtiger Unterschied gegenüber den Cadieux-Alnöiten und gegenüber dem Bergalith, bei denen die Bildung des Melilithes durch Reaktion der Schmelze auf Augit (Titanaugit — Ägirinaugit) zu beobachten ist. Hat hier also ein solcher Vorgang stattgefunden, so ist es bei den Polzeniten ein früher Vorgang, der bis zur vollkommenen Wiederauflösung des Pyroxens angehalten hat, bei den Melilith-Nephelinbasalten wäre eine etwaige anfängliche Resorption durch die Schlußperiode der Pyroxenbildung verdeckt. Da die Frage für die Genesis der lamprophyrischen polzenitischen Ganggesteine nicht unwichtig ist, möchte ich auf den völligen Parallelismus der von mir beobachteten Reihenfolge mit derjenigen hinweisen, die in ganz verwandten Gebieten an ähnlichen Gesteinen festgestellt wurde. — Schon vor dem Kriege habe ich eine vergleichende Studie begonnen, die neben dem Polzengebiete, das südthüringische (von den Gleichbergen bis Heldburg, Haß- und Heuberge[1]), das Uracher, das Randen- und Hegaugebiet[2] umfaßt, Gebiete, die nicht nur eine große Verwandtschaft der Gesteinstypen, sondern auch der tektonischen Verhältnisse und des petrographischen Charakters der Hüllgesteine aufweisen. Aus diesem Materiale greife ich die durch die Gaiser'sche Studie bekannter gewordenen Verhältnisse der Schwäbischen Alb heraus. Es wird bestätigt werden müssen, daß die Lapillen der Tuffe die ausgezeichnetsten natürlichen „quenchings" darstellen, um die Kristallisationsfolge zu studieren. Es sind Lapillen von der ungefähren Polzenitzusammensetzung (vgl. Tab. 1 u. 2, Jusiberg, vgl. dort auch Grabenstätten). Die Lapillen enthalten viel Olivin und Melilith, wenig oder keinen Augit, in einer Grundmasse von Melilith, seltenem Augit, Perowskit, Magnetit und Glas. Der glasreiche hyalopilitische Typus der Lapillen zeigt folgende Phasen koexistent: 1. Olivin, idiomorph — viel dunkles Glas; 2. Olivin — wenig Mikrolithen idiomorpher Melilithe mit scharfen Basis-

[1] Lenk, Über das Auftreten von Melilith in Basalten der Heuberge. Sitz.-Ber. phys. med. Soc. Erlangen 1901. 217. — Blatt Rieth, der preuß. geol. Karte usw.

[2] U. Grubenmann, Zur Kenntnis der Basalte des Hegaus. Mitt. der Thurgauer naturf. Gesellschaft. 1886.

tracen — Kumulite von mikrolithischen Körnchen = Augit? — Glas; 3. selten: Olivin — Melilith — Augit — Glas.

Der intersertale Typus zeigt folgende Reihe: 1. Olivin, idiomorph — dunkles Glas; 2. Olivin — viele Leisten von Melilith mit scharfen Basisflächen — unerkennbare mikrolithische Körnchen, Keulen und Fetzchen, Erzstaub, Glas; 3. Olivin — Melilith — Augit — Glas.

Der augitführende Polzenitgang von Grabenstätten („Mel.-Hauynbasalt") [1] zeigt in holokristalliner Masse: Olivin, stark resorbiert, mit buchtigen Konturen — Melilith mit resorbierten Basisflächen und buchtigen Längsgrenzen der Leisten — Augit selten und auf Kosten des Meliliths entwickelt — Hauyn — Nephelin.

In den hier vorkommenden Nephelinbasalten grobkörniger Erstarrung: Olivin scharf ausgebildet — Augit, idiomorph — Hauyn — Nephelin als Kitt, gelegentlich in panidiomorphen Pflastern.

In allen diesen Fällen ist der Gang der Kristallisation der drei Hauptkomponenten durch folgende Reihe gekennzeichnet: Olivin; Olivin—Melilith; Olivin—Melilith—Augit; Olivin—Augit: Die Schluß-Mineralparagenese je nach der chemischen Substanz des Magmas [Olivin—Melilith—(Augit)—Hauyn—Nephelin] oder [Olivin—Augit—Hauyn—Nephelin], wozu besonders im letzten Falle Biotit in beachtlichen Mengen hinzutritt.

Charakteristisch ist überall das Verhalten der Basisflächen der Melilithe: bei geringem sa-Gehalt ist ihre Wachstumsgeschwindigkeit gering, steigert sich bei merklichem sa-Gehalte. Nephelinreiche, sauerere Schmelze resorbiert ⊥ zu den (001)-Flächen energischer als in anderen Richtungen. Gaiser bildet solche Melilithe ebenfalls ab.

8. Die experimentelle Grundlage.

Die paragenetischen Beziehungen zwischen **am** als Melilithrepräsentant, **fo** als Olivinrepräsentant und **di** als Pyroxen sind gegeben im ternären System $CaO—MgO—SiO_2$ [2], deren Mittelfelder einen Kristallisationsgang geben, der auf unseren Fall m. m. anwendbar ist. Eine Mischung von **am** und **fo**, deren Punkt in das **fo**-Feld fällt (vgl. Fig. 7), würde folgende Kristallisationsfolge haben: Olivin; Olivin—Monticellit; Olivin—Melilith (Monticellit aufgezehrt). Eine etwas SiO_2-reichere Schmelze ergäbe Olivin—Monticellit—Pyroxen (Olivinresorption). Bowen hat nun, um diese Grundergebnisse auf den vorliegenden Fall einzustellen, die Kombination durch die Hinzunahme von Nephelin zu dem System er-

[1] E. Gaiser, a. a. O. p. 16.

[2] J. B. Ferguson and H. E. Merwin, Am. Journ. 48. p. 118. 1919. — N. Jahrb. 1922. I. -288-.

weitert. Das Verhalten der Mittelfelder läßt sich übersehen, wenn man von einer **di**—**ne**-Schmelze ausgeht und den **ne**-Zusatz variiert. Man hat dann etwa die Zusammensetzung eines Haplonephelinits[1]. Den Überblick verschafft die Eintragung in ein Tetraeder, dessen Basis das System CaO—MgO—SiO_2 ist und dessen obere Spitze die Verbindung **ne** ($Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$) darstellt. Die Kristallisationsergebnisse der ausgeführten Mischungen lassen sich auf Ebenen beziehen, die

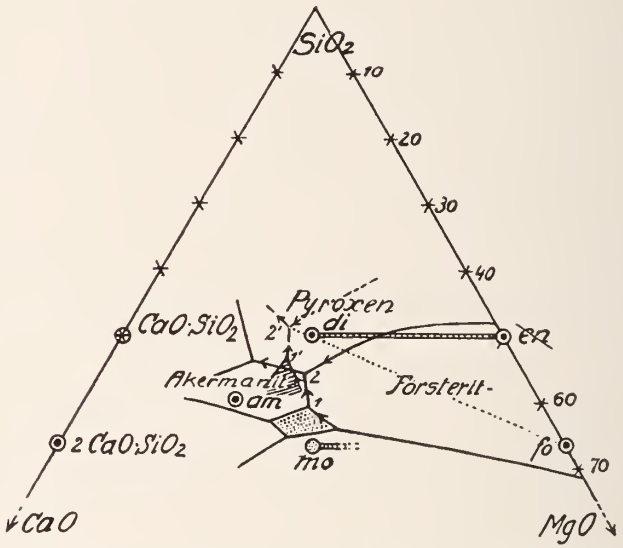


Fig. 7. Diagramm des Kristallisationsverlaufs eines Haplonephelinits 40 % ne — 60 % di bezogen auf die Mittelfelder des Systems CaO—MgO—SiO_2. Gestrichelt (punktiert im Grunddiagramm) Monticellitfeld; mo = Monticellit.

bei den längs der Konjugationslinie **di**—**ne** aufgetragenen Mischungsproportionen x' **di** + (100 — x)' **ne** das Tetraeder parallel der Basis schneiden. Dadurch ergibt sich aus der Verschiebung der Kristallisationsfelder (d. i. aus der Art der Erstkristallisationen und dem weiteren Verlaufe, bezogen auf die Grunderfahrung im CaO—MgO—SiO_2-System) ein Bild des allgemeinen Kristallisationsganges in den Mittelfeldern, durch die die Konjugationslinie schneidet. Die Projektion der Mischungsebenen in die Basisfläche (Projektionspol die **ne**-Ecke) gestattet, die Verschiebung der Ausscheidungsfelder anschaulich zu machen. Es ergibt sich folgende

[1] Gebraucht im Sinne N. L. Bowen's, Das ternäre System Diopsid—Anorthit—Albit. Zeitschr. f. anorg. Chemie. **94**. 1916. p. 23.

Reihe (die Endprodukte der Erstarrung waren wegen der Schwierigkeit der Kristallisation bei den niederen Temperaturen nicht mehr zu identifizieren):

20′ **ne** + 80′ **di**[1]: **fo** + Schmelze. **di** + Schmelze (**fo** –). **di** + **mel** + Schmelze ...
30′ **ne** + 70′ **di**: **fo** + Schmelze. **di** + Schmelze (**fo** –). **di** + **mel** + Schmelze ...
35′ **ne** + 65′ **di**: **fo** + Schmelze. **fo** + **di** + Schmelze. **fo** + **di** + **mel** + Schmelze
40′ **ne** + 60′ **di**: **fo** + Schmelze. **fo** + **di** + **mel** + Schmelze ...
50′ **ne** + 50′ **di**: **fo** + Schmelze. **fo** + **mel** + Schmelze. **fo** + **mel** + **di** + Schmelze
usw.

Dies bedeutet: bis 40 % **ne** geht die Kristallisation von **di** der von **mel** voraus, wobei in den **ne**-ärmeren Mischungen **fo** ganz aufgezehrt wird. Bei den **ne**-reicheren bleibt **fo** als Erstkristallisation neben **di** + **mel** oder **mel** erhalten. Bei größeren **ne**-Gehalten (> 40′ **ne**) tritt **mel** vor **di** in Erscheinung. Die Entstehung von Orthosilikat und Subsilikat wird in Gleichgewichtsbetrachtungen als Desilikation in dem bekannten Bowen'schen Sinne diskutiert. Die Feststellungen betreffen Erstkristallisationen im Temperaturbereiche von 1400—1200° und die weiteren Umsetzungen bis 1100°. Was weiterhin geschieht, ist in der trockenen Schmelze nicht mehr festzustellen. M. E. ist genügender Grund vorhanden, ein Rearrangement anzunehmen, bei dem das Ortho- und Subsilikat in der immer saurerer werdenden Schmelze wieder aufgezehrt werden, und **di** aus **fo** und **mel** in Reaktion mit der Schmelze sich wieder bildet. Dies zeigen die natürlichen auskristallisierten Gesteine einer ähnlichen Zusammensetzung, die durchgängig Augit oder ein anderes normales Silikat in sogenannter zweiter Generation führen. Darauf weist die Fülle der Beobachtungen an allen polzenländischen Lamprophyren (und denen aus verwandten Gebieten), die studiert wurden. — Bei langsamer Kristallisation verschwindet der Melilith des **di**—**ne**-Typus anscheinend immer vollständig: Wir kennen kein Tiefengestein mit Melilith. Unbekannt sind auch Melilithgesteine, deren saurerer alkalischer Rest als Analcim oder gar Albit auskristallisiert wäre. Um die aus der gegebenen Anfangszusammensetzung durch Anfangskristallisation erhaltenen Produkte zu fixieren, müßte die verbleibende saurere alkalireiche Schmelze abgefiltert werden.

Wir verdanken den Bowen'schen Versuchen, deren Ergebnisse oben nach seinen Daten und Figuren (Fig. 3 u. 5 der Orig.-Abhandlung sind vertauscht!) zusammengestellt sind, die Kenntnis der Tatsache, daß ein **ne**-Zusatz zu **di**-Schmelzen die Löslichkeit zunächst von **di**, dann aber auch von **ne** in diesen Schmelzen so stark erhöht, daß Olivin auch bei **di**-Zu-

[1] 20′ bedeutet Gewichtsprozente.

sammensetzung des Pyroxenbestandteils jene geringere Löslichkeit hat, die das Olivinmolekül in Schmelzen von Pyroxen mit größerem **cl.–en**-Gehalte oder von reinem **cl.–en** gegenüber dem Pyroxenmolekül auszeichnet[1].

Demnach fällt also auch der **di**-Punkt ins Olivinfeld; jede Mischung von **di** und **ne** bis 50 % **ne** beginnt mit **fo** zu kristallisieren. Das bedeutet, daß dieses Kristallisationsfeld (vgl. Fig. 7) im Verhältnis zur Konjugationslinie (= deren Projektion in Punkt **di**) gegen die SiO_2-Ecke verschoben ist, und wir erkennen fernerhin, daß diese Verschiebung innerhalb gewisser Grenzen mit steigendem **ne**-Zusatz zunimmt. Die allgemeine räumliche Position der angrenzenden Mittelfelder bleibt dabei erhalten.

9. Die Squeezing-out-Hypothese.

Bowen's Folgerung geht nun dahin, daß die von ihm beobachtete Kristallisationsfolge Olivin—Pyroxen—Monticellit—Melilith, mit entsprechenden Resorptionen der vorausgehenden Glieder immer dem normalen Kristallisationsverlaufe von [Pyroxen > Nephelin-Schmelze] entspricht, und daß dieser zur Darstellung seiner Alnöite benutzt werden kann, wenn nur die Annahme gemacht wird, daß irgend ein „squeezing out" die sauere Restschmelze entfernt. Die den vorigen analoge Verschiebung (ja eine noch stärkere gegenüber dem Dreifelderpunkt 2—2′) in bezug auf das Monticellitfeld, die sich experimentell in trockener Schmelze nicht erweisen ließ, wird von Bowen angenommen als ein Effekt gewisser weiterer Komponenten und volatiler Stoffe im Schmelzrest, besonders des Wassers (Biotit).

Die Deutung seiner Alnöite wäre so, daß gewisse primäre noch nicht vollverfestigte Akkumulationen von Olivin und Pyroxenausscheidungen, reagierend mit ihrer eigenen Restschmelze, einen Überschuß von Nephelinschmelze injiziert erhalten, wobei sie jenen oben geschilderten Desilikationen (Melilith-Monticellitbildung) unterliegen und, indem sie eruptiv werden, von ihrem immer sauerer werdenden Schmelzrest sich abfiltrieren. Den alkalischen sauereren Schmelzüberschuß stellen ihm die Analcimgänge des Monteregiangebietes dar.

10. Die akkumulativen und fusiven Typen der melanokraten Gruppe.

Fragen wir uns nun, welche Beobachtungen im Polzengebiete die Anwendung solcher Vorstellungen rechtfertigen könnten, so ist zu bemerken, daß wir tatsächlich jenen Schwarm augitreicher Gesteine der Teufelsmauern usw. in unmittelbarer Nachbarschaft und

[1] Vgl. N. L. Bowen, Am. Journ. (4.) **38**. p. 207. 1914. — O. Andersen, Am. Journ. (4.) **39**. p. 407. 1915.

in genetischem Zusammenhang mit den Polzeniten erkennen. Die Anordnung war für das Polzengebiet, wie für das ganze anschließende Mittelgebirge, eine periphere.

In der ursprünglichen Skizzierung der pexitropischen Entwicklung von Gesteinsserien mit vorherrschenden Molekülen der Erstkristallisationen (akkumulativen) neben solchen mit vorherrschenden Restschmelzen (fusiven) war als Mechanismus für diese regionale Anordnung grundsätzlich der Soret'sche Effekt bevorzugt (P. U. p. 772). Es ist, nach den inzwischen erschienenen Arbeiten über diesen Gegenstand [1], dieser Effekt z. B. gegenüber dem der Absaigerung, wohl auch gegenüber der Wirkung von Konvektionsströmungen offenbar überschätzt worden.

Die Absaigerungstheorie in der Kristallisationsdifferenzierung, besonders Bowen's, als ein einfaches heuristisches Motiv der lokalen Anordnung der Tiefen-Differentiate, gäbe an sich nur eine Erklärung für die periphere Lage basischer ungespaltener Ausgangsmagmen [2] nicht für die offenbarer femischer Differentiate. Es bedarf diese Hypothese für solche Fälle einer weiteren Ausgestaltung. Wie Niggli [3] richtig bemerkt, sinken Kristalle in der Tiefe normalerweise in wärmere Regionen, wo sie z. T. wenigstens der Wiederauflösung verfallen. Die dadurch angereicherten Bestandteile können aber auch durch Diffusion nicht mehr nach oben kommen, weil sie wieder auskristallisieren und hinuntersinken. So mag sich eine Stoffverteilung einstellen, die überwiegend flüssiges Material betrifft. — Es ist aber sicher, daß diese Wiederaufschmelzung am Rande eines Herdes geringere Werte haben wird als im Zentrum, weil am Rande der Abkühlungswert größer ist, besonders wenn tektonische Bruchlinien hier tief einschneiden. Damit wäre nicht die alleinige Entstehung olivin- und pyroxenreicher Akkumulationen nahe dem Rande des Polzengebietes (wie des angrenzenden Mittelgebirges [4]), wohl aber die vorzugsweise Erhaltung solcher Differentiate hier vollkommen plausibel. — Die Intrusion der Gänge mag dann unter einheitlichen tektonischen Bedingungen in einem späteren Zeitpunkte erfolgen als in dem, da diese Herausbildung ihrer femischen Grundsubstanz sich entwickelte. Wenn-

[1] A. Eilert, Zeitschr. f. anorg. Chem. 88. 1914. — A. Harker, The natural history of igneous rocks. p. 316. — N. L. Bowen, Am. Journ. (4.) 39. 1915. p. 176; — The later stages of evolution of igneous rocks. Journ. of Geol. 23. 8. Suppl. 1915.

[2] Daly, Igneous rocks and their origin. p. 244. — N. L. Bowen, Later stages. p. 13.

[3] P. Niggli, Die leichtflüssigen Bestandteile im Magma. Preisschrift Jablonowskische Gesellschaft Leipzig. 47. 1920. p. 123.

[4] Wichtig sind hierfür auch die Mitteilungen von J. E. Hibsch, Blatt Meronitz—Trebnitz (südl. Bruchlinie des Mittelgebirges) der geol. Spez.-Karte des böhm. Mittelgebirges.

gleich auch bisher noch keinerlei direkte Beobachtungen über die Altersfolge gemacht sind, lassen doch gewisse Anzeichen darauf schließen, daß der Intrusionsakt sich auf weniger großen Zeitraum verteilte, als ursprünglich angenommen war. Die Reihenfolge der Intrusion selbst ist fast gleichgültig für die Darstellung der Gangtypen.

Das primäre Material der Polzenite ist bis auf den Olivinbestandteil (vgl. p. 510 d. A.) vollkommen resorbiert, so daß die ganze Folge der mit diesem assoziierten Mineralgesellschaft als Reaktions- und Neuprodukte in dem vorhin schematisch dargestellten Kristallisationsprozesse erscheint. Das Nichtvoranschreiten des Augits vor dem Melilith läßt diesen zweiten Kristallisationsgang in Parallele zu den Exp.-Fällen mit reichlichem Nephelingehalt (40—50 % ne) treten. Aber es ist klar, daß der Hinweis auf die komplexere Natur und die flüchtigen Komponenten im natürlichen Schmelzfluß gegenüber der einfachen trockenen Experimentalschmelze, die Bowen zur Einbeziehung der nicht beobachteten Monticellitbildung und für eine hier besonders erhebliche Änderung der Feldergrenzen benutzt[1], auch dazu herangezogen werden dürfte, schon bei geringeren ne-Gehalten natürlicher alkalischer Magmen jenen in trockenen Schmelzen nur bei höheren ne-Gehalten beobachteten Effekt plausibel zu machen. (Auf den besonderen Reichtum an volatilen Stoffen in unserem Falle wird später noch hingewiesen werden.) (Schluß folgt.)

[1] Bowen, a. a. O. p. 33, „Kali und Wasser", auch p. 26.

Personalia.

Gestorben: Geheimer Hofrat Dr. **Otto Lehmann**, Professor der Physik an der Technischen Hochschule in Karlsruhe i. B., in weiten Kreisen bekannt geworden durch seine Arbeiten über die fließenden, flüssigen und scheinbar lebenden Kristalle.

Habilitiert an der Technischen Hochschule in Karlsruhe für Geologie Dr. phil. **Aug. Göhringer**. Professor an der dortigen Oberrealschule.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Ganggesteine.

Von **K. H. Scheumann** in Leipzig.

Mit 12 Textfiguren.

(Schluß.)

11. Die Bedeutung einer Kalkaufnahme für den Kristallisationsvorgang.

Es scheint aber gar nicht nötig, diese Argumentation Bowen's in extenso anzuziehen. In den leicht übersehbaren Verhältnissen des Polzengebietes und seiner Nachbarschaft fehlen überdies Analcimgänge vollkommen, und kein Typ könnte als ein Äquivalent solcher Schmelzfiltrate aufgefaßt werden. Wir werden demnach in den Teufelsmauergesteinen, wo wir eine deutliche Bildungsperiode von Subsilikaten vor der Hauptbildung des schließlich herrschenden Pyroxens erkennen, nicht annehmen können, daß eine etwaige Abquetschung von Restschmelze erheblich genug gewesen wäre, um eine (rekurrente) Pyroxenbildung unmöglich zu machen.

Auch für die Polzenite soll diese Annahme nicht gemacht werden, schon nicht wegen ihres recht erheblichen Alkali- und Al-Gehaltes. Es soll hier aus prinzipiellen Gründen vor allem die Möglichkeit der Monticellit-, Melilith- und Biotitbildung an Stelle der Pyroxenkristallisation in Rechnung gezogen werden, die sich aus den Feldbefunden und der mikroskopischen Analyse unmittelbarer wahrscheinlich macht. Es ist im Vorangehenden mehrfach auf gewisse Beobachtungen aufmerksam gemacht worden, die noch eine eingehende Würdigung erfahren müssen, denen gegenüber ich in P. U. nur einen ungeklärten und nicht unvoreingenommenen Standpunkt einnahm: Es handelt sich um das partienweise reichliche Auftreten von Calcit im Gesteinsgewebe der Polzenite und ihrer Verwandten. Die Verhältnisse im Kaiserstuhl bieten für den Bergalith ähnliche Hinweise. Die Bergalithe sind, wie in der Beschreibung ihres Auftretens durch Soellner prachtvoll gezeigt ist, geknüpft an die Nachbarschaft jener so lebhaft diskutierten eruptiven Kalkgänge Högbom's, die man jetzt wohl Carbonatite nennen muß [1]. Vieles ist in beiden Gebieten ähnlich dem Alnö- und Fengebiete. In unseren Gesteinen kommen dazu noch zahlreiche unvollkommen verdaute Kalk-

[1] J. Soellner knüpft keinerlei Schlüsse daran.

einschlüsse aus den von den Gängen durchgriffenen Sedimenten und das Vorkommen von Monticellit in diesen Einschlüssen, kaum zentimeterweit entfernt von Monticelliten im normalen Gesteinsbestand des Vesecits. Es muß danach schon von vornherein an Stelle der Bowen'schen, für den letzten Akt der Verfestigung angenommenen subtraktiven Konzentrationsverschiebung des Systems (durch Beseitigung von SiO_2-reicherer Restschmelze, wodurch allein der gefundene Mineralbestand resultieren könnte) — der Einfluß bedacht werden, den eine, bereits in einem früheren Stadium vollzogene Konzentrationsänderung additiver Art, in diesem Falle die Aufnahme von CaO in den Schmelzfluß, auf den Gang der Kristallisation ausüben muß.

Addieren wir zu dem Projektions-Punkte der Ausgangsschmelze **di** (= x′**di** + (100 − x)′**ne**) etwa **fo**, so würde innerhalb gewisser Grenzen sich nur die Menge des ausscheidenden **fo** ändern, der Verlauf bliebe derselbe, da der darstellende Punkt auf der Linie **di—fo** bliebe. Die Addition von CaO aber würde den figürlichen Punkt und auch die daraus resultierende Kristallisationsbahn in der Weise gegen CaO verschieben, daß der Effekt der gleiche wäre, wie bei einer **stärkeren** Verzerrung der Felder gegen den **di**-Pol (= **di—ne**-Schmelze), infolge eines **höheren** Betrags an **ne**-Komponente, — falls der darstellende Punkt überhaupt noch in das **fo**-Feld fiele. Würde er bis ins Melilith- oder Monticellitfeld geschoben sein, so würde eine anfänglich starke Resorption schon vorhandener **fo**-Ausscheidungen erkennbar werden. Es würde **mel** oder **mo** kristallisieren und der Überschuß von **fo** längs der Grenze $\overset{\text{mel}}{\text{mo}}$ gegen **fo** erhalten bleiben resp. wieder ausfallen, ähnlich wie oben die Koexistenzreihe der Kristallisation einer [**am** + **fo**]-Mischung gegeben wurde[1]. Ob dann Pyroxen erscheint, hängt ab von der Menge des zugeführten CaO, d. i. von der Menge des aufgenommenen $CaCO_3$ und von dem Werte seiner Dissoziation.

Das Auftreten der Polzenite ist dem der Melilith-Nephelinbasalte äußerst ähnlich (Übergänge!), was die Anordnung in langen Gangzügen anlangt; nicht aber in bezug auf die Form der gegenwärtig angeschnittenen einzelnen Gangkörper. Während bei den Melilith-Nephelinbasalten mauer- und plattenartig gleichmäßige Bildungen vorherrschen (Fig. 14 der P. U.), bilden die Polzenite unregelmäßige Schwärme oberflächlich intermittierender Adern (Fig. 22 der P. U.). Es mag erlaubt sein, die Polzenitschwärme als das obere Ausgehende der Melilith-Nephelinbasalte zu betrachten, so daß in den Polzenitzügen höhere, in

[1] Alle diese Betrachtungen gelten nur für die Mittelfelder; für größere Abstände von der **di**—**ne**-Linie fehlt die experimentelle Stütze.

den Teufelsmauerzügen tiefere Schnitte derselben Intrusion vorlägen. Der leichtflüssige Charakter des Polzenitmagmas deutet darauf hin, daß es den Melilith-Nephelinbasalten vorausgeeilt ist, drained off von deren trägeren kristallreichen Breien. Die Bergalithe sind noch reinere Filtrate einer analogen Entstehung. Die Wesselite sind eine andere Entwicklungsform sowohl an Kristallakkumulationen als auch an Schmelze reicher Differentiate. Dies zeigt ihr Reichtum an Biotit, Barkevikit, Hauyn, Analcim. Ihnen ist eine stärkere Hybridisierung sicher fern geblieben. Sie sind übrigens auch arm an Einschlüssen des sie umgebenden kalkfreien Sandsteins. Die Übergänge zu den Polzeniten sind bereits erwähnt.

Die eigenartige Mineralführung, Ca-sub- und Ca-orthosilikat neben dem Calcit, ist auf die leichtflüssigen Polzenite beschränkt, die beides für sich haben: 1. mit einem Schmelzüberschuß an Nephelin usw. einen Reichtum an Wasser und flüchtigen Komponenten, von denen allein in den jetzigen Mineralbestand eingegangen sind H_2O, H_2S, SO_3, Cl, F, CO_2 und 2. eine Fülle $CaCO_3$-reicher Letzterstarrungen in Verbindung mit kalkreichen Einschlüssen und dazu noch später aufgenommene, in allen Stadien der Verdauung vorhandene Mergel- und Kalksandsteineinschlüsse des Cretaceums. Die tiefergelegenen, an Restschmelze und deren volatilen Stoffen ärmeren Teufelsmauerbasalte führen nur das Subsilikat und dann Calcit. — Es wird nötig sein, diese Calcitführung noch weiter zu analysieren.

12. Calcitführende Varietäten der lamprophyrischen Ganggesteine und Calcit-Nephelin-Biotitadern in ihnen. Der Luhit.

1. Es wurde schon gezeigt, daß der Haupttypus von Verschlackung mit anstehendem kalkreichen Fremdmaterial in situ oder nicht weit ab, dadurch charakterisiert ist, daß unter der Wirkung von CaO- und SiO_2-Zufuhr eine Fülle grünlichen Pyroxens sich entwickelt und den normalen Mineralbestand aufzehrt. Daneben treten aber auch Einschmelzungen von anderem Charakter auf. Es ist bei diesen offenbar ein sehr großer Überschuß an $CaCO_3$ aufgenommen worden, der als Calcit in Verbindung mit dem gleichen Pyroxen, mit Biotit und Nephelin in Nestern wieder auskristallisiert. Diese Partien sind unruhig, an randliche Stellen geknüpft und setzen mehr oder weniger scharf gegen den normalen Mineralbestand ab. Ihr Kern ist manchmal nur sehr schwach veränderter Kalkmergel, porzellanartig gefrittet. In einigen Fällen findet sich selbst in diesen, wie schon erwähnt, Monticellit in erkennbaren größeren Partien zwischen den winzigen, sehr stark doppelbrechenden Neukristallisationen (vorwiegend Carbonaten).

2. Die Polzenite enthalten viel Calcit, der z. T. sicher sekundär und als Verwitterungsprodukt aufzufassen ist. Der Erhaltungszustand der Polzenite ist oft ungeeignet, die Natur des Calcits zu

diskutieren. Dann treten aber auch, besonders in den sehr frischen Modliboviten, Partien auf, die den unter 4. geschilderten aus den Melilith-Nephelinbasalten durchaus gleichen; sie enthalten zum Unterschiede von diesen nicht selten auch einen dunkelgrünen, an Ägirin erinnernden Pyroxen in unregelmäßigen Lappen dem Calcit eingestreut.

Fig. 8. Strukturbild des Luhits (= calcitreicher Hauyn-Melilith-Damkjernit).

Titanaugit, in sperrigen Kränzen um Olivin gewachsen; Melilith, (sowohl Pyroxen als Melilith ohne Resorptionserscheinungen!); zwischengeklemmt Hauyn, zonar bestäubt; Biotit in fetzigen Partien im Untergrund und (Mitte, unteres Drittel) um Olivin. Grund: Nephelin (weiß) oder Calcit (getüpfelt); rechts oben ein größeres Calcitkorn.

3. Unter den Übergangsgesteinen zwischen den Polzeniten zu den Melilith-Nephelinbasalten finden sich solche, die Calcit neben Nephelin als eine reichliche Fülle enthalten. Typisch ist das Gestein von Luh, das schon p. 511 d. A. angezogen wurde. Zwischen Olivin-Pyroxenknäueln entwickelt sich als Untergrund von Pyroxen, vollkommen frischen Melilithen, Hauynen, Perowskiten und Erzen, zusammen mit Biotit ein grobkristallines Pflaster, abwechselnd partienweise aus Nephelin und partienweise aus Calcit bestehend (Fig. 8). Auch größere Flächen von Calcit erscheinen; sie sind

einheitliche Individuen mit einer z. T. polysynthetischen Verzwillingung; eingreifende Olivinkristalle sind zu tropfenförmigem Glase angeschmolzen (siehe Figur r. o.). Dieses Gestein ist ein besonderer Typus, er wäre etwa als ein Hauyn-Melilith-Damkjernit zu bezeichnen. Er soll hier Luhit genannt werden.

Fig. 9. Strukturbild der Nephelin-Calcitadern in den Melilith-Nephelin-Basalten.

Hauyn, links und rechts oben, bestäubt; Biotit, in breiten Schnitten, langen Spießen und Basisschnitten (mit Wachstumsformen dachziegelartig übereinander); Nephelin, weiß, vollkommen frisch, mit schlauchförmigen Glasresten, skelettförmigen Konturen, oft auf große Flächen einheitlich (Mitte oben), rechts oben ein Basisschnitt; oft buchtig oder zackig verschränkt mit Calcit; Calcit punktiert, in großen Individuen (r. o.), in groben Pflastern und Lücken füllend, rechts unten sphärolithische Natrolithtropfen enthaltend. Allenthalben Säulen, Nadeln und Aggregate von grünlichem Pyroxen.

Entwicklungsformen, die sich hier als selbständiger Typus gebildet haben, sind auch anderen verwandten Typen, aber nur stellenweise, eigen.

4. Gewisse pegmatitische Schlieren der Melilith-Nephelinbasalte gibt Fig. 9; sie sind charakteristisch für Modlibovite und besonders die Teufelsmauersippe. Sie durchziehen das normale Gestein in langen

Schnüren oder unregelmäßigen Adern, schwellen mandelförmig auf, verästeln sich und vereinen sich gegenseitig wieder wie ein feines Netzwerk. Nirgends sind irgendwelche erkennbaren Reste von Einschlüssen enthalten. Diese Schnüre enthalten Biotit in langen Spießen und Fahnen, gedrungenen Säulen und skelettartigen dünnen Scheibchen, grünlichen Pyroxen in Säulen, Körnern, in langen, oft apatitähnlichen Nadeln, gern zu Haufen oder Sternen aggregiert, Nephelin in dicktafeligen, niederen Prismen, mit schlauchförmigen Glasresten, oft skelettartig gezackt und in sogenannter entektoider Verschränkung mit Calcit. Dieser füllt die Zwickel und bildet größere Pflaster, gelegentlich tropfenartige sphärolithische Natrolithnester einschließend, manchmal mit idiomorphen Rhomboedern.

Es ist nicht möglich, solche Partien im Schliffe nach ihrem Mineralbestande immer von solchen zu trennen, die sich bei den Modliboviten aus deutlicher Einschlußsubstanz entwickeln oder von Ausfüllungen im Gestein, in denen Calcit, Glas?, Zeolithe aller Art (manchmal auch ein Albitsäulchen vom Rande aus hereinschießend) wechselvolle Bilder bieten. Die Carbonatbildung leitet offenbar über in eine hydrothermale Phase, ähnlich wie dies bei den Phonolithen auch zu beobachten ist. Hierher gehört ferner die Entwicklung eines in großen, bis 10 qcm messenden Individuen kristallisierten Kalkzements in angrenzenden kaolinisierten, selbst grobkörnigen Sandsteinen.

Diese Erscheinungen mögen erlauben, die chemische und mineralogische Eigentümlichkeit der Polzenite **nicht allein** aus dem Endzustande alkalischer, an flüchtigen Bestandteilen reicher Schmelze (in Berührung mit femischen Erstausscheidungen), sondern in besonderer Weise aus dem Effekte einer Assimilation von Kalk abzuleiten. Sicher ist nicht die Entstehung dieser Sippe vollkommen oder auch nur zum größten Teile aus Einschmelzungen von Material ihrer gegenwärtigen Nachbarschaft ableitbar. Die ganze Spaltung ist nicht in situ erfolgt: der in so zahlreichen Vorkommnissen übereinstimmende petrographische Charakter gestattet auch nicht, die Polzenite nur als stärker hybridisierte Melilith-Nephelinbasalte aufzufassen. Ihr wesentliches Gepräge erhielten sie als Abkömmlinge solcher akkumulativer Typen und durch ihren Reichtum an alkalischer Restschmelze. Aber eben in dieser Leichtflüssigkeit bei relativ niederen Temperaturen haben sie anscheinend größere Beträge von Fremdgesteinen zu assimilieren vermocht, während bei den Melilith-Nephelinbasalten nur die geringe interstitial bewegte Schmelze zu solchen Reaktionen fähig war. Was die Herkunft dieses Kalkes anlangt, so könnte man, wenn man cretaceische Kalkhorizonte für ein zu hohes Niveau halten will, an jene Jurakalke denken, von denen wir dadurch Kunde haben, daß sie in unmittelbarer Nachbarschaft des Polzengebietes längs der Lausitzer Hauptverwerfung mit

in die Höhe gequetscht wurden. Daß die Aufnahme von Fremdmaterial bei den Polzeniten und ihren nächsten Verwandten beim Aufsteigen noch fortdauerte, ist nicht verwunderlich, da durch die Kalkaufnahme der Schmelzfluß noch leichter-flüssig, die Erstarrungstemperatur noch weiter erniedrigt wurde. Die Dissoziation des $CaCO_3$ ist offenbar in den Polzeniten größer als in den tieferen Melilith-Nephelinbasalten, darum ist die Desilikation des Pyroxenmoleküls in der Schmelze vollkommen und die Reaktion gegen Olivin: Olivin $(MgFe)_2SiO_4 + CaO =$ (Monticellit) $MgCaSiO_4 + FeO$ (im Erz), entsprechend dem Strukturbilde Fig. 5 von beträchtlichem Umfange. Das ungespaltene $CaCO_3$ kristallisiert als Rest. Es ist eine gewisse Unmischbarkeit von Carbonat und wässeriger Silikat**rest**schmelze erkennbar: tropfenförmig ragen angeschmolzene Olivine in Calcitindividuen im Luhit (Fig. 8), tropfenförmig sitzen die Natrolithperlen in den Calcitpflastern (Fig. 9). Ähnliche Bilder gibt die Fenarbeit Brögger's (z. B. Fig. 18), dort erkennt man übrigens auch Apatittropfen in calcititischen Pflastern und Calcittropfen in Apatiten.

13. Die syntektische Natur des Polzenmagmas.

Die Ableitung alkalischer Gesteine überhaupt aus subalkalischen durch die Aufnahme von Kalk, wodurch die Viscosität der Schmelze verringert, die Menge der volatilen Stoffe erhöht, die in ihrem quantitativen Effekt als Desilikation angesprochene Spaltung der Polysilikate verstärkt, die gravitativen Effekte gesteigert werden: alles das kann hier nur insofern in Betracht gezogen werden, als die Genesis der Polzenländischen Gesteinstypen in Betracht kommt.

Seit Daly's meisterhafter und frappierender Begründung seiner Hypothese [1] sind bemerkenswerte Hinweise auf die gleiche Ableitung alkalischer Gesellschaften gegeben worden (z. B. von Quensel [2], A. Allan [3], E. Schuster [4], R. Brauns [5], P. Eskola, W. C. Brögger). Eskola [6] gelang der direkte Nachweis der Syntexis im Gebiete

[1] R. A. Daly, Origin of the alkaline rocks. Bull. of the Geol. Soc. of Am. **21**. p. 87. 1910; — Igneous rocks and their origin. N. York 1914; — Genesis of alkaline rocks. Journ. of Geol. **26**. 1918.

[2] P. Quensel, The alkaline rocks of Almunge. Bull. Geol. Inst. Upsala. **12**. 129.

[3] J. A. Allan, Geology of the Ice River District. Mass. Inst. Techn. Boston 1912.

[4] E. Schuster, Calcitführende Auswürflinge aus dem Laacher Seegebiet. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **43**. 1920.

[5] R. Brauns, Die phonolithischen Gesteine des Laacher Seegebietes. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **46**. 1921.

[6] P. Eskola, On the igneous rocks of Sviatoy Noss in Transbaikalia. Öfvers. av Finska Vetensk. Soc. Förh. B. **63**. A, 1. 1921.

des Baikalsees (Sviatoynossite). Die Analyse der Silikat-Calcit-Gesteine des Fengebietes, der Fenitisierung der Grundgebirgsgneise durch W. C. Brögger (und V. M. Goldschmidt) a. a. O. p. 334 ff. und die daraus resultierenden Rückschlüsse auf die Högbom'sche Bearbeitung von Alnö und Kaiserstuhl stehen auf ähnlichem Boden. Daneben zeigt Bowen's scharfsinnige Desilikationshypothese in erster Annäherung ebenso überzeugend die ungebrochene Entwicklung alkalischer aus subalkalischen Magmen und hat für sich den Vorzug endogener Geschlossenheit.

Das Gemeinsame beider Möglichkeiten liegt in der Wirkungsweise der Fluidität des Erstarrungsrestes und der in ihm angereicherten flüchtigen Bestandteile; denn es ist sicher, daß, wie Daly, Brauns und Boeke zeigen, bei Assimilation von Kalken durch teilweise Dissoziation des $CaCO_3$, Abgabe von Wasser, Schwefelsäure etc. die wirksamen Faktoren verstärkt werden. Die Auskristallisation von Calcit selbst ist, wenn das Magma daran gesättigt ist, und dem Dissoziationsdrucke der CO_2 die Wage gehalten werden kann, aus silikatischen Magmen bei relativ niederen Temperaturen durchaus gegeben (trockene reine Calcitschmelze ist mit Calcit unter 120 Atm. bei 1289° im Gleichgewicht). Die Kristallisationstemperatur des Calcits in der Sil.-Schmelze ist niedriger und wird durch die teilweise Dissoziation des $CaCO_3$ noch weiter erniedrigt. Sicher gehen dabei abgespaltene Beträge von CaO in silikatische Bindung über, wobei eine Desilikation der vorhandenen Silikate und Wechselwirkungen, wie die gezeigten, unabwendbar sind. Experimentelle Untersuchungen fehlen hier noch.

Magmen, die Calcit ausscheiden, wird man wohl vornehmlich als durch Assimilation von Kalkstein hybrid gewordene ansprechen können, wenn man in ihnen Einschlußreste calcitischer Natur findet[1]. Auch Bowen bestreitet trotz seiner prinzipiellen Gegnerschaft zur syntektischen Hypothese nicht, daß „precipitated at some stage in the crystallization of such a magma ... also ... calcit, when the magma is not very rich in silica, as in the case of foyaitic magma ... It may well be, also, that some melilite rocks are formed by solution of limestone, as Daly has suggested".

Betrachten wir nun die ganze magmatische Gesellschaft des Polzengebietes, so finden wir, wie schon in P. U. ausgeführt, auch für die salischen Typen der schmelzereichen Gruppe einen nicht unbeträchtlichen CaO-Gehalt, selbst bei winzigen MgO-Ziffern. Die Führung von Ca-reichen Hauynen und Lasuriten, die große Flüssigkeit, z. B. auch der Hauynphonolithe (schmale Gänge!), mag in gleicher Weise wie die Calcitführung in den Lamprophyren und die hydrothermale Calcitisierung der Phonolithe (s. p. 537 ff.) darauf

[1] F. Mende fand Calcit im Quarzdiorit von Strehla nahe an Kalkeinschlüssen. Dissertation 1922. Leipzig.)

hindeuten, daß dieses randliche Magmabereich von foyaitisch-essexitischem Typ Kalk aufgenommen hat und sich damit seinen spezifischen Charakter erwarb. Sicher kann nach meinen Untersuchungen zunächst nur die Weiterbildung dieses alkalischen Komplexes nicht seine primäre Entstehung durch Kalkassimilation begründet werden. Diese steht auch nicht zur Diskussion. Es ist aber jedenfalls geraten, für die Ableitung des chemischen Charakters der Polzenite und ihres eigenartigen Mineralbestandes (insbesondere die Monticellitführung) nicht die für unser Gebiet willkürlichen, z. T. widerspruchsvollen Annahmen Bowen's voll zu akzeptieren, sondern diese Momente zusammen mit der bei allen Lamprophyrgängen gefundenen Calcitführung aus einer durch Mikrographie und Feldbeobachtung genügend begründeten Hybridisation zu begreifen.

14. Parallelisierung der Damkjernit—Sannait-Serie mit der Polzenitischen Sippe.

Wertvoll ist für die genetische Betrachtung dieser Lamprophyre der Vergleich mit den Gesteinen der Damkjernit—Sannait-Serie des Fengebietes. Diese Ganggesteine treten in Verbindung mit stark carbonatisch-hybriden abyssischen Gesteinen auf, die allesamt einen erheblichen Gehalt an primär kristallisiertem Calcit enthalten. Mit Typen vom Charakter der Urtit—Ijolith—Melteigit-Serie sind die Ca- und Mg-reichen (Kimberliten und Alnöiten nahestehenden) Damkjernite eng verknüpft. Als alkalireiches Endglied der Reihe wird der in der Fenarbeit anfangs als ein viteboitisches Mischgestein aufgefaßte Sannait erkannt. Das chemische Bild der Reihe gibt Tabelle 6, die ich nach W. C. Brögger's Angaben zusammengestellt habe. Den Vergleich mit den Polzeniten ermöglicht Tabelle 7 (Mittel von Alnöit und Damkjernit nach Brögger). Man erkennt die höheren MgO-Werte der Polzenite und die Umkehrung in den Alkaliziffern (gegen Alnöit und Damkjernit), die aus dem Vorwalten des Biotits in den nordischen Gangtypen gegenüber dem Nephelin-Lasuritreichtum der Polzenite sich ergibt. Die mineralogische Zusammensetzung des Sannaits weist einen Dualismus auf, den die spätere Diskussion Brögger's nicht vollkommen beseitigen will. Es liegen Einsprenglinge, die sonst für ein alkalisches melanokrates Magma, reich an Ti, Mg, und zugleich an Al, charakteristisch sind, nämlich Titanaugit, Barkevikit, eisenreicher Biotit, in einer Grundmasse alkalisyenitisch-urtitischen Charakters, bestehend aus Nephelin, Orthoklas, Ägirin, Calcit. Eine ähnliche Verschiedenheit ist in der Zusammensetzung von Damkjerniten erkennbar.

Ich gewinne aus den Brögger'schen Untersuchungen folgendes Bild: Besonders das Gestein von Damkjern enthält eine Unzahl von Einschlüssen endogener Art, oft so dicht gehäuft, daß der Habitus brecciös bis konglomeratartig wird (Abb. 20 d. Fenarbeit).

Tab. 6. **Chemismus der Sannait—Damkjernit-Reihe.**

	Sannait, Ormen		Damkjernit, Block, sw. Melteig		Damkjernit, Brånan, Bö		Damkjernit, nnö. Damkjern	
SiO_2	42,67	7112	39,31	6508	29,16	4832	31,86	5271
TiO_2	2,08	0260	3,25	0406	4,15	0519	1,82	0227
ZrO_2	0,05	0004	—	—	—	—	0,02	0002
Al_2O_3	12,06	1182	15,68	1599	10,26	1006	8,26	0810
Fe_2O_3	3,57	0223	3,63	0227	9,38	0399	6,27	0392
FeO	6,83	0949	7,26	1008	8,55	1187	4,18	0581
MnO	0,26	0037	0,21	0030	0,14	0020	0,27	0038
MgO	5,60	1400	8,21	2052	8,03	2007	19,03	4757
CaO	11,93	2130	12,50	2232	16,34	2918	14,61	2609
BaO	0,03	0002	0,42	0082	—	—	0,07	0005
Na_2O	2,26	0365	0,35	0056	0,83	0134	1,50	0242
K_2O	4,14	0441	4,93	0524	2,72	0289	2,04	0217
P_2O_5	0,94	6066	0,52	0037	1,20	0085	1,36	0096
Cl	0,01	0003	—	—	—	—	0,01	0005
F	0,08	0042	0,11	0058	0,10	0053	0,12	0034
S	0,37	0116	0,20	0062	0,33	0103	0,31	0097
SO_3	—	—	0,22	0028	—	—	—	—
CO_2	4,81	1092	1,20	0273	10,24	2324	7,59	1734
H_2O	2,28	1267	1,65	0917	2,27	1139	0,43	0239
Σ	100,13		99,78		100,70		99,92	
	Werte nach Osann							
S	56,7		47,5		48,2		40,8	
A	6,19		3,98		3,81		2,41	
C	2,89		7,01		2,83		3,60	
F	25,18		30,52		36,12		46,19	
a	3,6		1,9		1,8		0,9	
c	1,7		3,3		1,0		1,4	
f	14,7		14,8		17,2		17,7	
n	4,5		0,9		3,2		5,3	
k	0,83		0,70		0,73		0,60	

Tab. 7. **Vergleich von Mittelwerten der Polzenite, Alnöite und Damkjernite.**

	Polzenite		Alnöit	Damkjernit
	Vesecit	Modlibovit		
SiO_2	30,31	36,16	30,88	34,24
TiO_2	2,31	1,68	2,15	3,70
Al_2O_3	9,15	12,63	11,22	12,97
Cr_2O_3	0,09	—	Sp.	—
Fe_2O_3	3,17	5,67	6,02	5,00
FeO	7,91	7,64	6,25	7,90
MnO	0,33	0,25	0,12	0,18
MgO	15,71	15,28	13,03	8,12
CaO	18,07	12,89	16,24	14,63
Na_2O	3.26	3,55	1,41	0,59
K_2O	1,19	1,67	2,50	3,83
P_2O_5	1,06	0,66	1,82	0,86
$S + SO_3$ . . .	0,52	0,23	0,14	0,37
CO_2	3,29	0,77	5,04	5,72
H_2O	3,65	1,13	3,46	2,02
Σ . . .	100,02	100,15	100,28	100,13
Werte nach Osann				
S	36,7	39,3	40,7	48,2
A	4,48	4,71	3,70	3,92
C	1,69	3,08	4,56	6,03
F	52,60	45,21	42,82	31,84
a	1,5	1,8	1,5	1,9
c	0,6	1,1	1,8	2,9
f	17,9	17,1	16,7	15,2
n	8.1	7.7	4,6	1,9
k	0.44	0,49	0,55	0,71

Sie unterscheiden sich in Struktur, Chemismus und Mineralbestand so sehr von der Grundmasse letzter Erstarrung, daß sie Brögger erscheinen wie in ein höheres Niveau mitgeschleppte frühe Kristallisationen. Die Änderung der Produkte steht mit der Intrusion der Ganggesteine offenbar in engem Zusammenhang. Die körnigen Aggregate vom Typus abyssischer Kristallisationen sind normalperidotitischer bis yamaskitisch-essexitischer Art. Sie bestehen aus Olivin + Spinell, Olivin + Enstatit, Olivin + Enstatit + Diopsid, Olivin + Diopsid + Barkevikit, Barkevikit-Hornblendeaggregaten. Dann aber sind alle diese Bestandteile auch einzeln ins Gestein eingestreut. Als Einzeleinsprenglinge ohne Resorptionen, scharf, aber oft mit späteren Umrindungen, treten vornehmlich rotbraune Biotite auf, während die endogenen Einschlüsse einer älteren Bildungsperiode, und zwar um so mehr, je fremder sie der letzten Periode sind, von Reaktionshöfen umgeben sind, die oft in vollkommener Parallele zu der Entwicklung der Grundmasse zwei Phasen unterscheiden lassen. Die ersten Kristallisationen der Grundmasse schließen sich an die als Einsprenglinge auftretenden Titanaugite, Barkevikite und Biotite an. Spätere Bildungen bevorzugen grünliche und blaßgrünliche Farben (Schüppchen von Biotit, Hornblende und Augit in Rändern um ältere Hornblenden und Augite oder in kleinen Formen). Weiter finden sich Pseudomorphosen nach Nephelin, etwas Orthoklas; Calcit als letzte Erstarrung.

Betrachtet man die körnigen Einschlüsse in der hier gegebenen Reihenfolge, so erkennt man sie als Repräsentanten von spezifisch schweren Ausscheidungen aus einem gabbroiden, immer alkalischer werdenden Magma, deren Absaigerungsakkumulation zum mindesten sehr diskutabel erscheint. Der Übergang von normal-gabbroiden Peridotiten zu yamaskitischen Formen (Titanaugit, Barkevikit) ist ein genetisch bedeutsamer Typenübergang (die ältere Schule redet von Typenvermischung, Weinschenk), der in lamprophyrischen Gangserien subalkalischer Gebiete nicht selten beobachtbar wird (Lamprophyre der Lausitz, Beger), wenn eine alkalischer gewordene Restschmelze mit früheren Ausscheidungen reagiert. Die Resorptionsvorgänge um die Einschlüsse des Damkjerner Gesteins unterstreichen noch weiterhin diese Entwicklung und stehen in enger Beziehung zu den Reaktionen, die im System Forsterit—Diopsid—SiO_2 als auch in der Serie Diopsid—Nephelin so außerordentliche petrogenetische Bedeutung gewinnen. Pyroxen, buchtig resorbiert, umgibt sich mit Olivin, oft in orientierter Umwachsung[1]; der Olivin wird selbst wieder resorbiert, Diopsid scheidet sich aus. Es folgen Titanaugit, Diopsid umrandend; Barkevikit, Biotit; schließlich die hellgrüne Gesellschaft von Pyroxenen, Hornblenden und Biotiten

[1] vgl. auch F. Rinne, Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser etc. Jahrb. preuß. geol. L.-A. 1897.

zusammen mit Nephelin und Calcit, die wir vorhin als letzte Assoziation der damkjernitischen Grundmasse und oben als letzte Gesellschaft in den pegmatitischen Letzterstarrungen der Polzenite und Teufelsmauergänge kennen lernten.

Brögger hat die überschlägliche Berechnung der älteren Bestandmassen und des „eigentlichen Damkjernits" durchgeführt und findet, daß der ältere Anteil charakterisiert ist durch einen hohen Betrag an MgO, der jüngere durch einen beträchtlichen an Alkalien, Aluminium, Titan, Eisen, Kohlensäure und Phosphorsäure, wozu wohl noch Kalk zu fügen wäre.

Vergleichen wir nun diese Ergebnisse mit bekannten theoretischen Erwägungen Bowen's und tragen wir den besonderen Verhältnissen des Fengebietes Rechnung, so ist der Schluß berechtigt, in den Damkjerniten (und ebenso im Sannait) die Reaktion eines alkalischen, in diesem Fall auch $CaCO_3$ enthaltenden Magmas auf ältere Kristallakkumulationen infolge einer Reintrusion von Restschmelze zu finden. Gutentwickelte Flußstrukturen sind dabei wohlverständlich. Der Sannait ist von den Damkjerniten durch das Vorherrschen solcher Schmelze unterschieden, nur Barkevikite sind erhalten, etwaiger Olivin ist vollkommen resorbiert; er ist ein stärker fusiver Typus. —

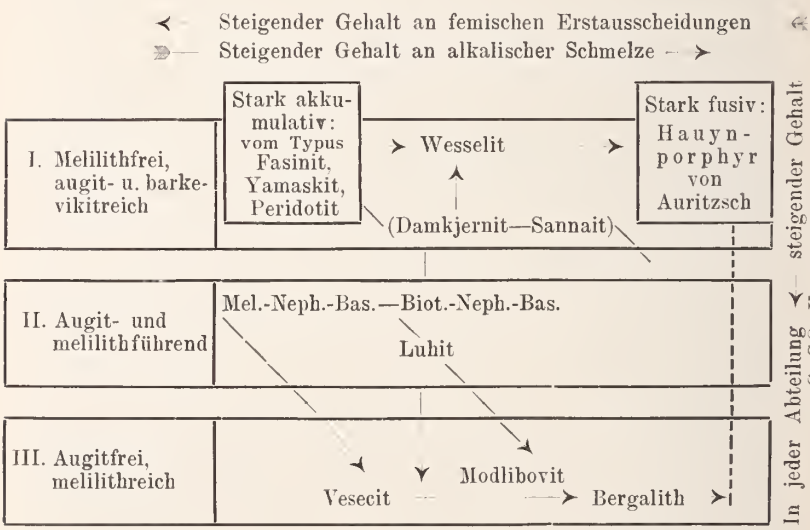
Es ist aus den oben geschilderten Verhältnissen anschaulich geworden, daß die femischen Typen des Polzengebietes Akkumulationen von Erstkristallisationen ihren chemischen und z. T. auch mineralischen Hauptbestand verdanken. In den Polzeniten finden wir kaum noch ursprünglichen Pyroxen, aber in den Olivin-(Spinell)aggregaten, die in P. U. geschildert wurden (körnig, vom abyssischen Typ, mit Druckspannungserscheinungen), mögen noch solche Reste gegeben sein. Beachtlich ist nun, daß sich in explosionsartigen Schlotdurchbrüchen von Mickenhan neben ungeheuer zahlreichen Einschlüssen von Olivin-Spinellfelsen auch Olivin-Enstatit und Olivin-Enstatit-Diopsid-Gesteinsbrocken finden[1]. Diese Explosionen gehen der Gangintrusion voraus. Sie sind vielleicht das erste Anzeichen abyssischer Vorgänge einer Mobilisierung von ausgeschiedenen Massen durch Schmelzintrusion im Gefolge tektonischer Bewegungen. Die Untersuchung dieser protogenen Einschlüsse wurde auf meine Veranlassung schon 1913 von J. Hentsch begonnen, sie ist infolge von Kriegswirkungen liegengeblieben und wird jetzt zu Ende geführt. Die Entwicklung einer alkalischen Formung der weiteren Frühausscheidungen zeigen die Olivin-Titanpyroxen- und Barkevikit-Biotitanhäufungen in den Teufelsmauergesteinen und Wesseliten.

Alles steht in genauer Parallele zu den Verhältnissen der Damkjernite. Diejenigen Typen, die reicher an alkalischer Rest-

[1] H. V. Graber, Geologisch-petrographische Mitteilungen etc. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1904.

schmelze sind, wären die Wesselite und Polzenite. Die Wesselite sind ärmer an $CaCO_3$-Komponente in der Schmelze und darum ohne die charakteristische Gesellschaft Ca-reicher, Si-armer Silikate der Polzenite. Die Resorption des Pyroxenmaterials in den Polzeniten ist vollkommen. Die Resorption des Olivins ist erkennbar. Im Bergalith, der im Charakter seiner Schmelze dem Polzenit sehr ähnlich ist, wird auch die Resorption des Olivins vollkommen (➤ Biotit). Das Verhältnis des Bergaliths zum Polzenit entspricht vollkommen dem des Sannaits zum Damkjernit. Die Vesecit—Modlibovit—Bergalithserie gehört nicht bloß systematisch, sondern auch genetisch zusammen, da sie der gleichen Entwicklung ihre Entstehung verdankt und nur quantitative Unterschiede der Wirkungsausmaße enthält.

Es ergibt sich, wenn wir die Bergalithschlieren des Modlibovits (in Anbetracht des selbständigen Vorkommens dieses Gesteins im Kaiserstuhl) mit anführen, folgendes Schema, in dem auch die Stellung der Damkjernitserie angedeutet ist.



15. Der Dualismus salischer Extremwerte in den akkumulativen und fusiven Typen.

Es sei in diesem Zusammenhang nochmals der pexitropische Dualismus der salischen Typen beleuchtet. Die herrschenden Ausscheidungen dieser Stufe sind Sanidine (mit Anorthoklas), die akkumulativen Typen liegen in den trachytoiden Phonolithen vor. Diese Gesteine sind in gedrungenen Stöcken emporgepreßt. Daher wird ihr

Strukturbild beherrscht durch eine grobe Parallelstruktur der Feldspattafeln, die sich als die Abbildung eines mechanischen Zwangs durch Verbiegungen und protoklastische Zertrümmerungen der Sanidine und durch die Einquetschung von seltenen Nephelinnestern als Letzterstarrungen in Zwickel und Stauchräume dokumentiert (Fig. 10). Nur in den Zentren des Gebiets sind diese Typen aufgepreßt: sie haben vermöge ihrer Beschaffenheit weite Wege nicht zurückzulegen vermocht. Sie sitzen auf und dicht neben den oben

Fig. 10. Strukturbild des trachytoiden Phonoliths vom Münzberge.

Querschliff; + Nic.; Sanidine verbogen und zertrümmert; oben ein Nephelinzwickel, spärliche Pyroxensubstanz.

genannten speziellen Senkungsfeldern, gleichsam als wären sie nur im Ausgleich mit den absinkenden Schollen in deren Spalten aufgequollen. Die hauynophyrischen Phonolithe, Al- und Ca-reich, Si-ärmer mit großem Reichtum an Hauyn und Nephelin, sowie an Melanit und Titanit (reich also an Produkten der als Desilikationen angesprochenen Gleichgewichtsvorgänge in den an flüchtigen Bestandteilen reichen Schmelzen), haben vielfach Intrusivkörper, die an die schmalen langen Gänge der Lamprophyre denken lassen (Mühlberg und Stedtereigang bei Hirschberg, Langer Berg bei Mickenhan). Ihre Strukturbilder lassen den großen

Reichtum an Hauyn ohne weiteres erkennen (Fig. 11). In P. U. schon erwähnte ich einen z. T. glasig erstarrten Gang von Hauynporphyr (Hauynophyr), der ein Extrem solcher Restschmelzegesteine darstellt. Ich gebe in Fig. 12 eine annähernd holokristallin erstarrte Partie des an manchen Stellen nur 0,50 m breiten Ganges. Das Gestein besteht fast lediglich aus Hauynen. Er findet sich (mit Skelettbildung) als Einsprengling in einer Grundmasse aus viel Hauyn, krümeligen Pyroxenmikrolithen und spärlichem Sanidin.

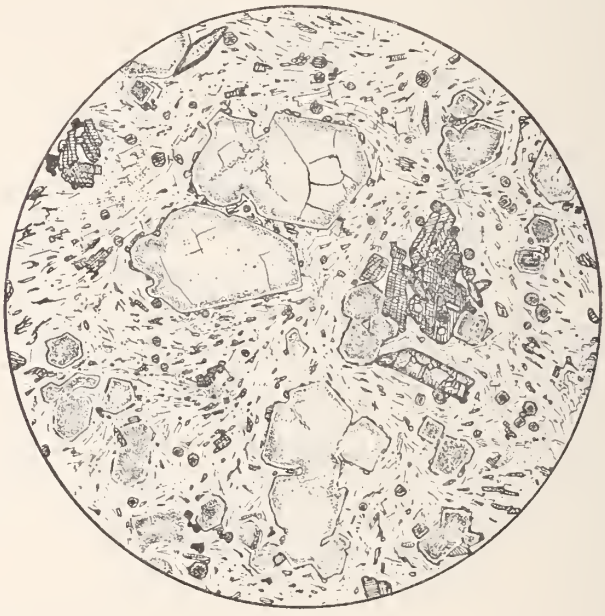


Fig. 11. Strukturbild des hauynophyrischen Phonoliths vom Tachaberge.
Einsprenglinge von Hauyn und Ägirinangit, in trachytischer sanidinreicher Grundmasse, Melanit (klein), Titanit.

Spitz rhombische, manchmal auch großflächige Titanite und Nadeln von Apatit vervollständigen das Bild. Hie und da findet sich ein Feldspatfragment als Gast in diesem Gestein, manchmal eine Einschmelzung; als Seltenheit ist einmal ein langer resorbierter Melilith beobachtet, der hier neben Sanidin äußerst fremdartig anmutet. Von diesem Gestein fehlt leider eine Analyse. Das chemische Bild der Hauynphonolithe konnte durch eine Analyse, die Zahalka mitteilt, vervollständigt werden (Tab. 8 u. 9).

Der Typus der pexitropischen Spaltung wird dadurch am besten gekennzeichnet, daß drei primäre Extremtypen vorhanden sind:

1. die Gruppe der akkumulativen peridotitisch-yamaskitischen Gesteine, Teufelsmauergänge,

2. die der akkumulativen Sanidingesteine (trachytoide Phonolithe),

3. fusible Typen einer salischen Restschmelze, arm an Mg, niedrig in SiO_2, nicht unbeträchtlich in Kalk und reich an Al_2O_3 und Alkalien (hauynophyr. Phonolithe). Konstruieren wir die reine reintrudierte Schmelze von den Lamprophyren durch Extrapolation über die Bergalithtypen hinaus, so kommen wir, abgesehen vom

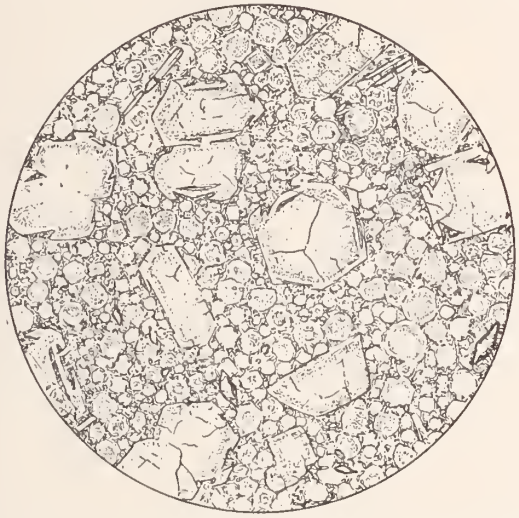


Fig. 12. Strukturbild des Hauynporphyrs (Auritzsch). Einsprenglinge von Hauyn mit Skelettbildungen in Grundmasse von viel Hauynkörnchen, zwischen denen kleinste Augit- und Sanidinmikrolithen liegen, Glasgrundmasse, Glaseinschlüsse in den Hauynen, Titanite, Apatitnadeln.

$CaCO_3$, auf den gleichen Hauynophyr (wie aus dem Vergleich von Fig. 1 d. A. mit Fig. 33 der P. U. erhellt). Es scheint auch Hauynophyre mit stellenweise primär in Gesteinsgewebe sitzendem Calcit zu geben. Dies bedarf indes noch näherer Untersuchung.

16. Die hydrothermale Metamorphose der hauynophyrischen Phonolithe.

Im allgemeinen verdankt aber der reichlich in manchen Phonolithen sitzende Kalk einem an die magmatische Periode sich anschließenden hydrothermalen Prozesse seine Entstehung. Bisher ist dieser Vorgang anscheinend nur als eine Verwitterung betrachtet worden. Aber die Beobachtungen zeigen, daß völlig frische neben

Tab. 8. **Analysen der akkumulativen und fusiven Typen der Phonolithe.**

	Trachytoide Phonolithe				Hauynophyrische Phonolithe			
	Münzberg 1		Münzberg 2		Vratner Berg [1]		Tachaberg	
SiO_2	58,41	9735	57,94	9657	50,35	8392	50,10	8350
TiO_2	Sp.	—	0,21	0026	0,60†	0075	1,14	0142
Al_2O_3	21,09	2068	20,83	2042	20,30	1990	19,90	1951
Fe_2O_3	1,52	0095	1,60	0100	5,97	0373	4,02	0251
FeO	0,92	0128	1,38	0192	Sp.	—	1,98	0275
MnO	Sp.	—	0,21	0030	0,42	0059	0,38	0054
MgO	0,21	0052	0,31	0077	0,15	0037	0,90	0225
CaO	1,32	0236	1,72	0307	4,51	0805	4,04	0721
Na_2O	7,07	1140	6,92	1116	7,79	1256	8,61	1389
K_2O	5,83	0620	5,94	0632	5,68	0604	5,94	0632
P_2O_5	0,24	0017	0,48	0034	0,60	0042	0,63	0044
SO_3	—	—	0,20	0025	—	—	0,99	0117
CO_2	Sp.	—	Sp.	—	0,52	0118	0,04	—
H_2O	2,82	1567	2,28	1267	3,64	2022	2,07	1150
Σ	99,43		100,02		100,53		100,69	
Werte nach Osann								
S	69,0		68,5		61,6		60,8	
T	0,90		0,88		—		—	
A	12,47		12,36		13,91		14,46	
C	1,28		1,20		0,59		—	
F	2,62		3,52		9,40		9,83	
a	15,2		14,5		11,6		12,05	
c	1,6		1,4		0,5		—	
f	3,2		4,1		7,9		8,20	
n	6,5		6,4		6,7		6,8	
k	0,86		0,86		0,66		0,63	

[1] Anal. E. Kohn in Zahalka, a. a. O.

Tab. 9. **Normen der Polzenphonolithe beider Typen.**

(Verh. von $\frac{L}{F}$ und $\frac{sal}{fem}$)

	Trachytoide Phonolithe		Hauynophyrische Phonolithe	
	Münzberg 1	Münzberg 2	Vratner Berg	Tachaberg
or	34,47	35,03	33,36	35,03
ab	44,80	39,30	19,91	13,62
F alk	79,27	74,33	53,27	48,65
an	5,00	4,73	3,61	—
F	84,27	79,06	56,88	48,65
L ne, ha	8,10	10,96	24,99	31,50
C	1,33	1,22	—	—
sal	**93,70**	**91,24**	**81,87**	**80,15**
ac	—	—	—	3,23
di, ws	—	—	4,64	5,57
ol	0,66	1,48	—	1,72
PO	0,66	1,48	4,64	10,52
mt, he	2,32	2,32	2,96	4,18
il	—	0,46	4,96	2,13
M	2,32	2,78	7,92	6,31
ap	0,67	1,01	1,34	1,34
fem'	**3,65**	**5,27**	**13,90**	**18,17**
cc	—	—	1,10	—
Aq	2,82	2,28	3,64	2,07
Δ	— 0,74	+ 0,43	+ 0,02	+ 0,26
Σ	99,43	99,22	100,53	100,65

$\frac{sal}{fem'(-cc)}$	$\frac{93,70}{3,65} = 27,3$	$\frac{91,24}{5,37} = 17,3$	$\frac{81,87}{13,90} = 5,81$	$\frac{80,15}{18,17} = 4,41$

und in vollkommen veränderten Hauynphonolithen sitzen, daß z. B. am Tachaberge sich vollkommen frische Partien finden lassen (vgl. Analyse), und in ihnen in aufsteigender Verästelung (an zeolithreiche und kaolin(?)erfüllte Klüfte geknüpft) veränderte Partien sitzen; dicht hinter dem Dorfe Tacha steht eine vollkommen in Kaolin, Muscovit, Zeolith, Chlorit zersetzte Partie an. Die Calcitisierung geht mit einer Zeolithisierung (isabellfarbener bis bräunlicher Natrolith in der Hauptsache) parallel: schließlich sind alle Hauyne und Nepheline von Calcit oder Natrolith erfüllt, auch die Augite werden zerstört, die Sanidine zersetzen sich und allenthalben fressen sich Calcit-Natrolithnester ein. Solche Adern züngeln in die gesunden Partien vor. Die beiden von B. Müller mitgeteilten Analysen M. Dittrich's von zwei Hauynphonolithen der Teichtalsenkung (2 Parallelanalysen sind hier nicht zitiert; sie geben das gleiche Bild) und eine Analyse (Spitzberg) von J. Hanusch zeigen nicht die Zusammensetzung normaler Phonolithe, geben auch kein Bild der Verwitterung, sondern machen diesen Vorgang, wie Tabelle 10 a und b nachweist, sehr anschaulich. Ich setze diese Vorgänge denen parallel, die im Anschluß an die letzten Nephelin-Calciterstarrungen in den Lamprophyren dort Hohlräume, Schlackenkrusten und Klüftchen mit Calcit, Glas? und Zeolithschalen ausstatteten oder die in die Calcitpflaster eingeengten erwähnten Tropfen von Natrolithsphärolithen erzeugten und so den Übergang aus den magmatischen in die hydrothermale Phase vollkommen machen [1].

17. Die Breite der Entwicklung in den Mitteltypen.

Die intermediären Typen (vgl. Tab. 11 u. 12, mit einer neuen Analyse von Kleinbösig) zeigen naturgemäß keinen so ausgesprochenen Dualismus von akkumulativen und schmelzereichen Abarten. Plagioklas herrscht hier; aber weder er noch eine andere Komponente vermag sich auch nur einigermaßen rein zu trennen. Während der Gauteit nach den trachytoiden Phonolithen hinweist, tendieren die anderen mehr nach den tephritischen und hauynophyrischen Phonolithen. Der Gauteit ist ein durch große Feldspatindividuen (Plagioklas) porphyrischer leukokrater Nachschub. Plagioklasakkumulationen zeichnen auch die trachyandesitischen Mitteltypen aus. Im allgemeinen aber sind die Tendenzen der Spaltung hier vielgestaltiger.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen.

1. Die beiden Haupttypen der Cadieux-Alnöite (der Monticellit-Alnöit und das Melilith-Biotitgestein) stehen den beiden Haupttypen der Polzenite (den Veseciten und den Modliboviten) sehr nahe.

[1] Die Eisenvererzung längs der Gangbildungen hat eine ausgezeichnete Parallele in der Rödbergbildung des Fengebiets.

Tab. 10. **Hydrothermale postintrusive Metamorphose an hauynophyrischen Phonolithen.**

	Mühlberg		Kalken		Spitzberg [1]	
SiO_2	49,44	8240	53,74	8957	51,84	8640
TiO_2	0,61	0076	0,33	0041	0,43	0054
Al_2O_3	19,10	1880	19,81	1942	18,36	1859
Fe_2O_3	2,57	0161	1,38	0086	6,25	0391
FeO	1,75	0243	0,26	0036	3,55	0493
MnO	0,33	0046	0,16	0023	0,43	0061
MgO	0,21	0052	0,16	0040	1,34	0335
CaO	6,31	1127	5,10	0911	5,07	0905
Na_2O	6,01	0969	3,91	0631	3,00	0481
K_2O	4,57	0486	4,73	0503	3,21	0341
P_2O_5	0,97	0068	0,42	0030	0,60	0442
CO_2	2,11*	0480	0,89*	0202	1,60*	0136
H_2O	5,15	2689	7,99	4439	3,25	1806
Σ	99,21		99,88		98,93	
Werte nach Osann						
S	65,3		69,5		63,1	
T	—		1,54		2,20	
A	11,45		8,75		5,98	
C	3,31		4,70		5,31	
F	5,22		2,09		12,12	
a	11,5		9,9		5,1	
c	3,3		7,0		4,5	
f	5,2		3,1		10,4	
n	6,6		5,9		5,9	
k	0,71		1,07		1,08	

	Mühlberg		Kalken		Spitzberg	
or	27,24		28,31		18,90	
ab	32,63	(Af 59,87)	33,01	(Af 61,92)	25,15	(Af 44,05)
an	11,86		16,96		17,51	
F		71,73		78,78		61,56
L ne		9,80		—		—
sal'		81,53		78,78		61,56
hy	—		0,40		4,85	
ol	0,95		—		—	
PO		0,95		0,40		4,85
mt + he	3,71		1,58		9,05	
il	1,22		0,61		0,76	
M		4,93		1,87		9,81
ap		2,35		1,01		1,34
fem'		8,23		2,27		16,00
cc		4,80		2,00		1,40
Q				5,52		12,06
C				2,04		4,18
Aq		5,15		8,99		3,25
d		−0,50		+0,28		+0,48
Σ		99,21		99,98		98,93

[1] Anal. J. Hanusch in Zahalka, a. a. O. Spitzberg am Wege von Mšeno nach Houska.

Tab. 11. **Analysen des Gauteits und intermediärer Gesteine des Polzengebietes.**

	Gauteit		Tephritische Trachydolerite					
	Pihlberg 1		Pihlberg 2		Kleinbösig [1]		Roll, Schh.	
SiO_2	54,71	9118	50,61	8435	46,60	7767	47,76	7360
TiO_2	0,73	0091	0,19	0024	0,14	0017	0,98	0122
Al_2O_3	19,42	1904	19,36	1898	20,32	2051	18,93	1856
Fe_2O_3	3,21	0201	5,28	0330	6,42	0401	3,34	0209
FeO	1,50	0208	3,07	0426	3,74	0519	5,18	0719
MnO	0,42	0059	0,61	0086	0,48	0068	0,50	0070
MgO	2,08	0520	2,29	0572	2,75	0687	4,80	1200
CaO	4,45	0795	6,39	1141	7,29	1302	7,45	1330
Na_2O	4,53	0731	5,36	0865	5,59	0902	5,87	0947
K_2O	6,47	0688	2,91	0310	4,46	0474	3,29	0350
P_2O_5	0,32	0023	1,06	0075	0,60	0042	0,52	0037
SO_3	—	—	Sp.	—	—	—	0,42	0052
Cl	Sp.	—	0,08	0018	—	—	—	—
CO_2	0,53	0120	0,78	0177	0,65	0148	—	—
H_2O	2,62	1456	2,45	1361	1,21	0672	1,01	0561
Σ	100,99		100,44		100,25		100,05	

Werte nach Osann

S	64,4	60,5	53,7	54,65
T	—	0,13	—	—
A	9,92	8,33	9,49	8,75
C	3,39	5,12	3,65	3,85
F	8,98	12,47	19,00	24,10
a	9,0	6,4	5,9	4,8
c	3,0	3,9	2,3	2,1
f	8,0	9,7	11,8	13,1
n	5,2	7,3	6,5	7,3
k	0,85	0,83	0,64	0,65

[1] Anal. E. Kohn in Zahálka a. a. O.

Tab. 12. **Normen des Gauteits und intermediärer Gesteine des Polzengebietes.**

	Gauteit	Tephritische Trachydolerite		
	Pihlberg 1	Pihlberg 2	Kleinbösig	Roll, Schh.
or	38,36	17,24	26,13	19,23
ab	27,25	40,87	11,00	15,72
F alk	65,61	58,11	37,13	34,95
an	13,34	19,46	18,90	15,57
F	78,95	77,57	56,03	50,52
so, ne	5,68	2,11	19,60	19,11
L	5,68	2,11	19,60	19,11
C	—	0,41	—	—
sal	**84,63**	**80,09**	**75,63**	**69,63**
di	2,81	—	7,34	11,66
ol	2,80	5,55	3,08	11,35
PO	5,61	5,55	10,42	23,01
he, mt	4,50	7,66	9,28	4,87
il	1,37	0,30	0,30	1,82
M	5,87	7,96	9,58	6,69
ap	0,67	2,69	1,34	1,34
fem'	**12,15**	**16,20**	**21,34**	**31,04**
cc	1,20	1,80	1,50	—
Aq	2,62	2,45	1,21	1,01
Δ	+ 0,39	- 0,10	+ 0,57	— 1,63
Σ	100,99	100,54	100,25	100,05
sal / fem' (— cc)	$\frac{84,63}{12,15} = 6,99$	$\frac{80,09}{16,20} = 4,99$	$\frac{75,63}{21,34} = 3,55$	$\frac{69,63}{31,04} = 2,2$

Chemisch unterscheiden sich die polzenitischen Typen von ihnen jeweils durch höhere Alkali- und Aluminiumwerte, mineralogisch durch die Führung von reichlich Lasurit und Nephelin. Sie zeigen durch Vergleich mit den anderen melanokraten Typen des Gebiets und nach ihrem weiteren Kristallisationsverlaufe deutlich, daß sie keinen beträchtlichen Verlust an alkalischer Restschmelze erlitten haben.

2. Die Polzenite und die räumlich mit ihnen verknüpften Basalte zeigen, daß ihre Schmelze Kalk aufgenommen hat. Zum Teil finden sich noch unvollständig verdaute kalkreiche Einschlüsse, in denen sich Monticellit neben blassem Glimmer findet.

3. Die Kalkzufuhr in diesen von Haus aus niedrig gekieselten, nephelinführenden feldspatfreien Gesteinen führte im Verlaufe der Kristallisation, durch molekulare Reaktionen in der Schmelze und durch Reaktion auf schon gebildete Mineralien, zur Bildung von unterkieselten Ca-Silikaten.

4. In Vertretung des Pyroxenmoleküls bildet sich das „Subsilikat" Melilith, das in seinem Grundstock durch die Tripelgruppe Akermanit—Sarcolith—Gehlenit (bei geringen Gehlenitwerten) gegeben ist (= Humboldtilith). Diese Melilithe sind in der systematischen Petrographie als Augitvertreter aufzufassen. Die weitere Gliederung von Melilithgesteinen ergibt der Feldspatvertreter.

5. Melilith kristallisiert in nephelinreicher Schmelze „im Überschuß", d. h. auch aus einer sauereren Schmelze. Diese Kristallisation des Meliliths entspricht den Bowen'schen Experimentalerfahrungen. Auch reiner Diopsid reagiert mit vorhandenem Nephelinmolekül unter Melilithbildung. Aber der so gebildete Melilith ist nur fixierbar, wenn die Schmelze abgequetscht wird. Bleibt so ausgeschiedener Melilith in Berührung mit der Schmelze, so bildet sich Pyroxen zurück.

6. Die vorausgehende Überschußkristallisation von Melilith, dessen Resorption und nachfolgende Pyroxenbildung ist in der Polzengruppe und verwandten Magmen verbreitet und durch Strukturbilder belegt.

7. Ebenfalls bei Kalkaufnahme bilden sich durch Reaktion von CaO gegen Olivin um diesen synantetische Ränder von Monticellit bis zur vollkommenen Resorption der kleineren Olivine. Dabei wird der geringe Eisengehalt des Olivins als Ferritkranz, Ferritstaubsaum oder in einzelnen Kristallen ausgeschieden.

8. Die Voraussetzung zur Entstehung unterkieselter Ca-Silikate bei Kalkzufuhr ist die teilweise Dissoziation des aufgenommenen $CaCO_3$. Ist diese gering, so bildet sich allein Melilith mit oder ohne Augit (tiefere Region der Gänge: grobe Melilith-Nephelin-Basalte). Ist sie stärker, so tritt nach Verbrauch des Pyroxenmoleküls die Umbildung des Olivins zu Monticellit unter Ferritausscheidung ein (höhere Region: Polzenite).

9. Das ungespaltene $CaCO_3$ kristallisiert zusammen mit Nephelin und nach diesem aus [1]. Letzte wässerige Natrium-Aluminiumsilikatschmelze zeigt strukturell ihre Unmischbarkeit mit der Carbonatschmelze bei den niederen Temperaturen ihrer Kristallisation durch Tropfenbildung im Calcit an.

10. Der Luhit ist ein Hauyn-Melilithbasalt mit Nephelin und primärem Calcit in der Grundmasse.

11. In zahlreichen Gängen wird die normale Gesteinsmasse von Biotit-Nephelin-Calcitadern (Letzterstarrungen) durchzogen.

12. Die Polzenite bilden mit dem Bergalith, in dem der Verbrauch des Augits zugunsten von Melilith, der des Olivins in Reaktion mit der alkalireichen Schmelze zu Biotit vollkommen ist, eine geschlossene Serie. Diese geht der Damkjernit—Sannaitserie des Fengebietes (ohne Melilith und Monticellit, aber mit Pyroxen und Calcit) parallel. Bergalith und Sannait sind jeweils die an alkalischer Schmelze reichsten Endglieder und olivinfrei.

13. Die Unterscheidung in akkumulative Typen (Ansammlung von Frühkristallisationen) und fusive (Anreicherung von Restschmelze) ist am Rande des Polzengebietes auf Grund der hier stärkeren Abkühlung und daraus folgender Verhinderung des Wiedereinschmelzens der abgesonderten Massen für die melanokraten Gesteine charakteristisch. Eine Mobilisierung durch Reintrusion von Schmelze im Sinne Bowen'scher Anschauungen ist wahrscheinlich.

14. Im Zentrum treten akkumulative Typen auf, die fast lediglich aus Sanidin bestehen und deren Struktur den Zwang mechanischer Aufpressung schmelzearmer Massen verrät. Den salischen Gegenpol bilden die fusiven Gesteine der hauynophyrischen Phonolithe mit viel Hauyn, deren Extremwert fast nur aus Hauyn besteht (Hauynporphyr). Die ersten bilden nur gedrungene Stöcke, die zweiten Intrusivkörper auch von schmalem, langausgezogenem Gangtypus.

15. Für das Polzenmagma in seiner Gesamtheit ist eine gewisse Syntexis im Sinne Daly's wahrscheinlich. Die Ableitung des alkalischen Charakters dieses Magmastammes überhaupt aus einer Syntexis zu diskutieren, wird vermieden.

Leipzig, Institut für Mineralogie und Petrographie.

[1] Der in das vollkommene Gleichgewicht des experimentellen Systems $NaAlSiO_4 - CaCO_3$ (Eitel) eingehende Cancrinit ist nicht beobachtet, er verbirgt sich möglicherweise in den erwähnten Spreusteinaggregaten.

Über einen vermutlich diluvialen Säugetierrest von der Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika.

Von **H. Reck** und **H. Pohle** in Berlin.

Mit 1 Textfigur.

I.

(H. R.) Fossile Knochenfunde aus dem Bereich der deutsch-ostafrikanischen Mittellandbahn sind bis heute noch unbekannt. Wenn das hier zu besprechende Material auch äußerst gering ist und seine Lagerungsverhältnisse keinen sicheren Schluß auf das Alter gestatten, glaube ich doch aus verschiedenen Gründen, von denen der wichtigste der ist, daß wir im äquatorialen Afrika über die dem Heute zunächst vorangegangenen Zeitspannen praktisch noch gar nichts wissen, diesen Rest zum Gegenstand dieser Zeilen machen zu sollen. Es handelt sich um den Fund eines einzelnen, vorzüglich erhaltenen Raubtierknöchelchens, den mir meine geologischen Arbeiten bei der Untersuchung des Profiles der deutsch-ostafrikanischen Mittellandbahn im Jahre 1913 erbrachten. Herr Kollege Pohle hatte die Freundlichkeit, die Bestimmung und zoologische Beschreibung dieses *Otocyon*-Calcaneus zu übernehmen.

Wüßte man nicht den genauen Fundort dieses Knochens, und sähe man nicht seinen völlig versteinerten Habitus, so würde ihn nach seiner Formengebung allein niemand als fossil ansprechen. Ebensowenig würde man das tun können, wenn man ihn etwa als Oberflächenfund geborgen hätte. Man würde ihn unbedingt dem heute lebenden afrikanischen *Otocyon* des Gebietes zusprechen.

Zwei Gründe aber sprechen hiergegen. Einmal die genannte starke Fossilisierung des Knochens. Diese allein beweist allerdings nichts für ein geologisch hohes Alter; denn der Fossilisationsprozeß kann unter günstigen Bedingungen sehr rasch und intensiv vor sich gehen. Immerhin verbietet er die Annahme eines ganz jugendlichen Alters und weist wenigstens mit Wahrscheinlichkeit auf ein höheres hin.

Viel bedeutungsvoller ist der zweite Grund. Er betrifft die Lagerstätte des Knochens. Um ihre richtige Einschätzung zu ermöglichen, muß sie im Rahmen ihrer weiteren Umgebung betrachtet werden.

Der Fundort liegt westlich der ostafrikanischen Bruchstufe in der ungefähren Breite von Kilimatinde, in unmittelbarer Nähe der Bahn. Nachdem ihre Trace zwischen Makutupora und Manjoni (km 592,4) in weiten Schleifen die Höhe des Abbruchrandes gewonnen hat, betritt sie die ungestörte, monoton-flachwellige Granitfläche des innerafrikanischen Hochlandes, das sich unterbrechungslos von hier bis zum Malagarassi im Westen ausdehnt. Das Auge sieht gegen

den westlichen Horizont nirgends mehr Höhen die alte Fläche bergartig überragen. Gelber Decksand, hier und da ein Termitenhügel, sind die fast einzigen Andeutungen des Untergrundes im Bereich des Bahnkörpers. Die Vegetation ist vorherrschend dichtester Busch, streckenweise unterbrochen von lichten Myombowaldungen. In den Niederungen der flachen Bodenwellen löst hellgrauer, toniger Boden den Sand der Rücken ab, ähnlich wie das auch im Minjonjogebiet des Masailandes der Fall ist.

Bei km 620,4, sowie bei km 627 sieht man den tonigen Boden deutlich dünnplattig verfestigt.

Bei km 632 nahe der Station Itigi ragt lokal plattiger Granit, in einem Schotterbruch aufgeschlossen, in die Deckschichten, ohne sich jedoch über ihnen zu einem Hügel zu erheben. Der frische, harte Granit stößt nach oben gegen eine wechselnd mächtige, $\frac{1}{2}$—2 m erreichende Verwitterungszone des Gesteins ab, die z. T. noch die plattige Lagenstruktur der Granitunterlage erkennen läßt, z. T. auch bereits sandig zerfallen ist. Den autochthonen Charakter dieser Bildung beweisen die Streifen harter Quarzbrocken, welche deutlich unverwitterte Anreicherungen von Quarzgangfüllungen sind, von denen das liegende Gestein durchschwärmt wird.

Über diesem Horizont folgt der als Basis der ortsfremden Deckschichten weithin verbreitete und überaus charakteristische Horizont angereicherter Eisenkügelchen und gröberen Trümmermaterials. Die Bildung des Eisens geht auf Ausscheidung aus Sicker- oder Grundwasser zurück. Man wird daher das Eisen als sekundäre Einschaltung, nicht als primäre Schicht ansprechen müssen. Die Mächtigkeit dieser Bildungen schwankt auch zwischen $\frac{1}{2}$ und 2 m. Darüber liegt noch ca. $\frac{1}{2}$ m eisenarmer Decksand oder Decksandlehm.

Jenseits Itigi erreicht bei km 640,5 die Bahn ihren höchsten Punkt mit 1326 m.

Diese Bodenverhältnisse wiederholen sich mit geringen Variationen dauernd. Bei km 647 zeigt ein 2 m hoher Einschnitt schwach verfestigte, gelbliche bis rotfleckige Sandsteine im Liegenden der Deckschichten mit ihren Eisenkügelcheneinlagerungen.

Bei km 666,8 liegen abermals Schotterbrüche in einem schildkrötenrückenartig aus der Fastebene eben noch herausragenden Granit.

km 668 zeigt in kleinem Böschungsanschnitt wieder $\frac{1}{2}$ m gelbliche Decksande, darunter etwas steinig verfestigt fleckigen Sandstein.

km 669,2 endlich gibt ein etwa 1 m hohes Profil in einem Graben neben der Bahn, aus dem das hier vorgeführte Fossil stammt.

Zu oberst liegen etwa 30 cm hellgelbliche bis graue Decksande, unter denen ebenso mächtig ein geröllartiger Horizont mit besonders stark angereicherten Quarztrümmern folgt. Sie sind teils eckig,

teils kantengerundet, ihnen gesellen sich vereinzelt auch stärker gerollt aussehende Stücke von reinem Granit bei.

Das ist also die typische Entwicklung der jüngsten Decksandschichten mit ihrem grobkörnigen Basisband, das häufig auch reich ist an Eisenausscheidungen, die hier jedoch zurücktreten.

Unter dem Basiskonglomerat der Deckschichten folgt erst ein dünnes Band weißen, lockeren Sandes, der von etwas härterem, schabbar bleibendem hellem Sandstein in ebenfalls ca. 30 cm Mächtigkeit unterlagert wird.

Darunter sieht man noch den Granit in etwas gneisartig blätteriger Ausbildung ausstreichen. Gneisgranit und hangender Sandstein zeigen stellenweise dunkle Butzen und weisen damit auf einheitliche Genese aus einem in tieferer Lage frischeren Granit hin.

Dieses Normalprofil der außerordentlich dünnen, gesamten Deckschichten dieser Lokalität, wie es in dem künstlichen Anschnitt erschlossen ist, erleidet nach der Seite zu eine Modifikation derart, daß über verwaschener Unterlage nur etwa 1 m einheitlicher lehmiger Sand auftritt. Mitten in diesem steckte der gefundene Calcaneus. Ob das Konglomeratband den Sand unterteuft, oder an ihm absetzt, gelang mir nicht festzustellen.

Über die Lage kann also nur gesagt werden, daß der Sand den Deckschichten angehört. Die ältesten sandsteinartigen Deckschichten unter dem Geröllhorizont dürften nach Analogie als autochthone Granitverwitterungsprodukte auf einer alten Einebnungsfläche anzusprechen sein. Sie können daher sehr alt sein, ohne indes nähere Angaben zu gestatten. Die dünnen Decksandlehme dagegen repräsentieren eine ortsfremde aufgelagerte Decke, deren Bildung ebenfalls bereits sehr alt sein kann. Auch hierüber ist heute noch nichts Näheres bekannt.

Das Deckschichtenprofil dieser Lokalität als Ganzes ist durchaus nicht abweichend von dem weiter umgebender Landstriche, wie die Angaben über entsprechende Aufschlüsse von Manjoni an auf einer Strecke von rund 70 km dartun sollten, und wie ich sie leicht, besonders nach Westen hin, durch weitere vermehren könnte.

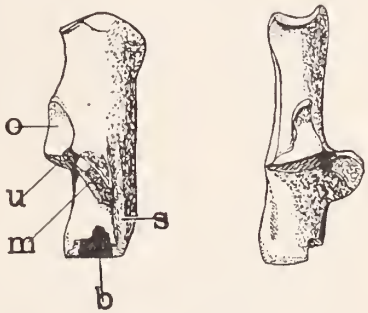
Ebensowenig wie die Stratigraphie des Fundortes bietet die Paläontologie einen Anhaltspunkt zu einer exakten Altersbestimmung des fossilen Knochens. Ich will in einem Schlußabsatz noch die Gefahr beleuchten, welche dem Urteil aus dem Vergleich mit nur rezentem Material entstehen kann. Fossiles Vergleichsmaterial aber besitzen wir fast noch keines.

Wenn ich es trotzdem vorziehe, den Fund nicht als vermutlich rezent, sondern vermutlich diluvial anzusprechen, so geschieht dies, weil einmal notwendig der dünne Deckhorizont geologisch lange Zeiträume umfassen muß, und das Fossil nicht oberflächennah, sondern etwa in der Mitte der Sande gefunden wurde, also nicht den letzten Sandbildungen zu parallelisieren ist. Sodann aus dem

Grunde, weil nach herrschender, wohl auf Bornhardt zurückgehender Ansicht die Deckschichten mindestens großenteils das Diluvium mit umfassen, was sicherlich nur mit großen Einschränkungen richtig ist, aber mangels besseren Wissens heute noch auch von mir als Arbeitshypothese angenommen wird. Endlich deshalb, weil nach den am Minjonjo gemachten Erfahrungen in dem im Prinzip diesen Deckschichten sehr ähnlich gebauten Deckschichtenprofil unter ähnlichen Lageverhältnissen Fossilien gefunden wurden, welche sicher diluvial, wahrscheinlich jung- bis mitteldiluvial sind [1], und letztens aus dem Grunde, weil auch in der jungdiluvialen Tuffauna des Oldoway ein *Otocyon* auftritt, dem man diesen Calcaneus genau so gut zuschreiben kann wie dem lebenden, was Herr Kollege Pohle im folgenden begründet.

II.

(H. P.) Der mir von Herrn Dr. Reck zur Bestimmung übergebene Knochen (V. 69) ist ein fast vollständig erhaltener rechter Calcaneus, aus dem nur ein ganz kleines Stück mit der Facies articularis anterior und einem Teil der Facies articularis cuboidea herausgebrochen ist. Die Rekonstruktion ist aber ohne weiteres vorzunehmen. Er wird in der Paläontologischen Sammlung des Geol.-Pal. Instituts der Universität Berlin aufbewahrt.



Calcaneus V. 69.

o = obere Hälfte der Facies art. post.
u = untere Hälfte der Facies art. post.
m = Sustentaculum tali.
b = Bruchstelle.
s = Sulcus m. flex. hallucis.

Die sehr lang gestreckte Form bei etwa längsovalem Querschnitt und die Rinne im Tuber calcanei ließen von vornherein vermuten, daß es sich um einen Nager- oder Raubtiercalcaneus handelt. Leider gibt es ja keine Möglichkeit der direkten Bestimmung — wenigstens der Familienzugehörigkeit — einzelner Knochen. Ich war daher ganz auf den Vergleich mit den im Berliner zoologischen Museum vorhandenen Skeletten angewiesen. Nun hat der vorliegende Calcaneus insofern eine sehr charakteristische Form, als ihm ein Sustentaculum tali externum fehlt, ebenso wie dem Menschen, der an dessen Stelle nur den schwachen Proc. trochlearis hat. An Stelle dieser beiden ist das distale Ende des

[1] H. Reck, Eine neue diluviale Säugetierfundstelle am Minjonjo in Deutsch-Ostafrika. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde. Berlin 1921. p. 28/29.

Calcaneus in seinem oberen Teil schwach pfeilschwanzartig verdickt, so daß unterhalb dieser Verdickung ein allerdings sehr flacher Sulcus m. peronaei entsteht. Diese Verhältnisse finden wir nun bei den Hunden wieder, ebenso den scharfen Knick in der Facies articularis posterior. Ein Vergleich mit den in Afrika heute lebenden Hundegattungen ergab dann eine vollkommene Übereinstimmung des vorliegenden Knochens mit dem eines *Otocyon* aus Central-Turu (D.O.A.). Diese Übereinstimmung geht so weit, daß der zu dem rezenten gehörende Astragalus ebensogut auf den fossilen wie auf den rezenten Calcaneus paßt. Es läßt die Übereinstimmung keinen Zweifel daran, daß der fossile Knochen entweder einem *Otocyon* oder einem dieser Gattung sehr nahestehenden Tiere angehört hat (siehe unten).

Zur Charakteristik dieses Calcaneus seien noch folgende Angaben gemacht. Dabei gelten, wenn nicht besonders betont, alle Merkmale sowohl für den fossilen wie für den rezenten. Der Körper ist verhältnismäßig lang (25 mm), von länglichovalem Querschnitt (4,5 mm Dicke bei 8 mm Höhe an der dünnsten Stelle). Eine obere Fläche besitzt er nicht, da die mediale und die laterale oben in einer stumpfen Kante zusammenstoßen. Auch die untere Fläche ist sehr schmal (4 mm) und in ihrer ganzen Länge halb zylindrisch. Die beiden Seitenflächen sind glatt und konkav, ihr tiefster Punkt liegt etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtlänge vom Fersenhöcker entfernt. Dieser selbst ist im Umriß eiförmig mit nach oben gerichteter Spitze und trägt eine breite Rinne, deren tiefste Stelle nahe dem medialen Rande liegt, wodurch dieser kammförmig erhöht erscheint. Der Ausschnitt für den Astragalus wird von zwei ringsherum scharf abgesetzten Flächen begrenzt, von denen die eine parallel, die andere senkrecht zur Längsachse des Knochens liegt. Die Facies articularis posterior ist durch eine stumpfe Kante zweigeteilt, so daß ihre Teile fast senkrecht aufeinanderstehen. Der eine, obere, in der Längsachse des Knochens sich erstreckende Teil ist einförmig mit nach hinten gerichteter Spitze, 6 mm lang und 4 mm breit und von vorn nach hinten konkav. (Bei dem rezenten ist er längsoval). Er endet hinten mit einem scharfen Höcker. Der andere, etwa senkrecht zur Längsachse stehende Teil ist viereckig, mit nach außen ausgebuchteten Seiten, und von rechts nach links konvex. Ein schmaler Streifen geht von ihm nach unten auf die flachliegende Ausschnittfläche über. Diese selbst ist schwach dachförmig. An ihrem unteren Ende trägt sie medial die sehr schmale, langgestreckte, unter einem Winkel von etwa 55^0 gegen die Längsachse verlaufende Facies articularis anterior (5 mm lang bei 2 mm Breite), die bei dem fossilen Stück herausgebrochen ist. Auf der anderen, lateralen, Seite ist die Fläche durch den schon oben erwähnten pfeilschwanzähnlichen Knorren verbreitert, der auf der lateralen Fläche sitzt und von der flachen Fläche des Astragalus-

Ausschnittes durch ein langgestrecktes Grübchen getrennt ist. Das Sustentaculum tali (internum) ist ein etwa halbkreisförmiger Vorsprung von 6,5 mm Länge, 4 mm Breite und 2,5 mm Dicke. Es trägt die ebenfalls etwa halbkreisförmige Facies articularis media, die bei dem rezenten die ganze, bei dem fossilen aber nur die halbe Oberfläche des Sustentaculum einnimmt. Der Sulcus m. flexoris hallucis longi ist nur sehr schwach ausgehöhlt auf dem Sustentaculum, stark dagegen an der davor liegenden medialen Fläche des Corpus. Die distale Fläche ist etwa rhombisch, ihre obere Kante liegt wagerecht. Die Facies articularis cuboidea nimmt aber nur den lateralen Teil davon ein, ist also ungefähr dreieckig mit wagerechter oberer Seite.

Über die Artzugehörigkeit des Knochens etwas auszusagen, ist unmöglich. Wäre er rezent, so gehörte er sicher einer Rasse von *Otocyon megalotis* Desm. an. Nun hat aber die Oldoway-Expedition einen Schädel eines Hundes mitgebracht, der im Format und den meisten Proportionen dem *Otocyon* gleich ist, sich aber doch in einigen wichtigen Punkten vom lebenden *Otocyon* unterscheidet, so daß er als Ahnform dieser abweichenden Hundegattung anzusehen ist. Mit den Oldoway-Funden stimmt nun der vorliegende Calcaneus betreffend Fossilisationsgrad und auch Farbe vollkommen überein. Der Calcaneus dieses Tieres dürfte sich von dem Calcaneus der lebenden Form kaum mehr unterschieden haben als der vorliegende. Ich stehe daher nicht an, den vorliegenden Knochen jener Oldoway-Art zuzuschreiben und werde daher bei Beschreibung der letzteren auf den Calcaneus V. 69 zurückkommen.

III.

(H. R.) Der geschilderte Fund und die Schwierigkeit seiner Altersbestimmung und stratigraphischen Deutung lassen mir einige allgemeine Bemerkungen über das östliche äquatorialafrikanische Pleistocän sowie einen kurzen Überblick über die bisher bekannt gewordenen Beobachtungen über seinen fossilen Inhalt wünschenswert erscheinen.

Man kommt dabei leider vorweg bereits zu dem Satz, daß uns die Stratigraphie der Deckschichten in gleicher Weise heute ein noch fast völlig verschlossenes Buch ist wie die Kenntnis der Fauna, welche zur Zeit ihrer Bildung lebte.

Bornhardt[1] faßte als Erster mit gewohntem Scharfblick diese Schichten überhaupt zu einheitlichem Komplex zusammen, indem er sie nach einem Lokalvorkommen im Süden der Kolonie in wenig glücklicher Weise als „Mikindanischichten“ bezeichnete. Zweifellos liegt in der Bearbeitung dieser roten Decksandlehme der schwächste

[1] W. Bornhardt, Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas. Berlin 1900.

Punkt seiner grundlegenden Forschungen über die Geologie des Schutzgebietes. Aber in den Dezennien nach ihm ist der Schleier über diesen inhomogen zusammengesetzten und sehr verschiedenaltrigen Schichten noch immer nicht gelüftet worden. An den Deckschichten des Küstenstreifens habe ich erst kürzlich zu zeigen versucht, wie unvereinbar sich hier die bisher ausgesprochenen Ansichten gegenüberstehen, und habe den Versuch unternommen, für diese Küstensedimente eine rohe zeitliche Einteilung vorzunehmen [1]. Für die entsprechenden Schichten des Inneren ist solcher Versuch noch nie unternommen worden, und in systematischer Weise auch heute noch nicht durchführbar, obgleich ich hoffe, mit fortschreitender Bearbeitung meiner Materialien zu dieser Frage Neues bringen zu können.

Ähnlich verhält es sich mit der Fauna, in erster Linie mit der Säugetierfauna des zentralen Afrika. Ihre lebenden Vertreter standen bis vor kurzem noch fast völlig als fertige Schöpfung ohne jeden erkennbaren näheren zeitlichen und genetischen Zusammenhang mit der Vergangenheit vor uns. Nur ganz vereinzelt, meist in wenigen unvollkommenen Bruchstücken waren Funde von fossilem Habitus bekannt geworden, viel zu geringfügig, um mit ihrer Hilfe zu einem einheitlichen Bild über die Art und das Alter der Fauna zu gelangen, die in den Deckschichten lebte, aus denen diese Reste stammen. Das gilt von Scott's [2] Aufsammlungen von der Zuluküste ebenso wie von Brumpt's [3] Funden aus dem Omoflußtal. Auch ein unbestimmbarer Elefantenzahnstummel aus dem Nilschlamm von Chartum, den Andrews [4] mitteilte, ändert dies negative Bild nicht, dagegen darf man mit Spannung einer Klärung der paläontologischen und stratigraphischen Verhältnisse der Fundstätten [5] am NO-Zipfel des Viktoriasees entgegensehen, die — ebenfalls von Andrews [6]

[1] H. Reck, Über das Alter der jungen Sedimente und des *Pecten Vaselli* Fuchs an der ostafrikanischen Küste. Dies. Centralbl. 1921. p. 526—528.

[2] W. B. Scott, A collection of fossil Mammals from the coast of Zululand. 3rd and final report Geol. Surv. Natal and Zululand. London 1907.

[3] Brumpt, nach E. Haug, Traité de Geologie. II. 3. 1911. p. 1727.

[4] C. W. Andrews, Note on the Molar tooth of an Elephant from the bed of the Nile near Chartum. Geol. Mag. 1912. p. 110—113.

[5] F. Oswald, The miocene beds of the Victoria Nyanza and the Geology of the country between the lake and the Kisii Highlands. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1914. No. 277. p. 1—54. Ferner ders. in Geograph. Journ. 1913. p. 114 und Quart. Journ. Geol. Soc. 1914. p. 128.

[6] C. W. Andrews, Lower Miocene Vertebrates from British Eastafrica. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1914. p. 163—186; — On a new species of *Dinotherium (D. Hobleyi)* from British Eastafrica. Proc. Zool. Soc. London 1911. p. 943—946; — Note on a new Baboon *(Simopithecus Oswaldi)* from the (?) Pliocene of British Eastafrica. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 1916. p. 410—420; — On the importance of Africa in Verte-

in Arbeit genommen — verschieden alten Horizonten angehören [1].

Den neuesten Überblick hierüber gibt Gregory in seinem jüngst erschienenen verdienstvollen Werk [2], wonach sich eine Dreiteilung ergibt: eine höchstgelegene, also älteste knochenführende Schicht bei Muhoroni in etwa 500 F. Höhe über dem See nach Chesnaye's Angaben und Funden, über deren Fossilinhalt jedoch — abgesehen von einem dicotyledonen Stammabdruck, den Prof. Seward als wahrscheinlich der Kreide oder dem Tertiär angehörig bestimmte [3] — noch nichts bekannt geworden ist. — Jünger, und von Andrews als untermiocän bestimmt, sind dagegen offenbar die in 300 F. Seehöhe gelegenen Oswald'schen Hauptfundstellen des Gebietes bei Karungu, während nur ein noch jüngerer Fossilhorizont aus der Gegend von Homa den in dieser Studie behandelten Vorkommen ungefähr altersgleich und mit ihnen daher vergleichbar sein dürfte.

Ganz unerwartete Unsicherheit bringt aber in die Alters- und Lageverhältnisse dieser erst durch spärliche Einzel- und Teilfunde belegten Horizonte die überraschende Mitteilung, daß die untermiocänen Säugetierschichten von einer Land- und Süßwasserschneckenfauna begleitet werden, die durchaus rezent anmutet, da alle ihre Vertreter noch heute in Afrika, und zwar zum größten Teil im benachbarten Nilgebiet, wenn auch nicht mehr im See selbst, lebend angetroffen werden (Newton, 1914, p. 187—198).

Bei dieser Lage der Dinge bedeutet es eine besonders hoffnungsvolle Erweiterung unserer Kenntnisse, daß Prof. Kattwinkel in Oldoway am Serengetirande in Deutsch-Ostafrika auf vorzüglich erhaltene Reste einer jungfossilen Fauna stieß, mit deren näheren Untersuchung und ersten Ausbeutung ich im folgenden Jahre 1913 von meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. v. Branca [4], betraut worden war [5].

brate Palaeontology. Journ. of the Eastafrica and Uganda Nat. Hist. Soc. Vol. 2. No. 4. 1912. p. 109—114.

[1] Vgl. die Besprechung von H. Reck, Über die Geologie der Fundstätten am Victoriasee nach Oswald's Arbeit in Zeitschr. f. Vulkanologie. Bibliograph. Teil. Bd. 6. H. 4. 1921/1922.

[2] J. W. Gregory, The Rift Valleys and Geology of East Africa. London 1921. Bes. p. 201.

[3] Siehe Gregory, p. 130.

[4] W. Branca, Bisherige Ergebnisse der Untersuchung der von Dr. Reck in der Serengeti-Steppe in Deutsch-Ostafrika ausgegrabenen Reste von Säugetieren. Sitz.-Ber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1914. XLVII.

[5] H. Reck, Erste vorläufige Mitteilung über den Fund eines fossilen Menschenskeletts aus Zentralafrika. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde. Berlin 1914. p. 81—96; — Zweite vorläufige Mitteilung über fossile Tier- und Menschenfunde aus Oldoway in Zentralafrika. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde. Berlin 1914. p. 305—319.

Die Ungunst der Zeit ließ die Bearbeitung dieser Funde noch nicht weit fortschreiten. Immerhin ergab schon Dietrich's[1] Bearbeitung der Elefantenreste unerwartet Neues, und mittlerweile ist auch die Herrichtung der Antilopenfauna wenigstens so weit fortgeschritten, daß sie mit Bestimmtheit das eigenartige Bild erkennen läßt, daß eine geringere Anzahl von Spezies sich von heute lebenden Formen kaum unterscheiden läßt, während die größere Zahl nicht nur spezifisch, sondern großenteils selbst generisch völlig unerwartete Formen darstellt. So müssen auf Grund guter Schädelfunde voraussichtlich allein etwa ein halbes Dutzend neue Antilopengenera aufgestellt werden, woranf an anderer Stelle näher einzugehen sein wird. Und trotzdem wird das Alter der Fauna, die bekanntlich auch ein fossiles Menschenskelett ergab, aller Wahrscheinlichkeit nach sich nur als jung- bis mitteldiluvial ansprechen lassen.

Das muß besonders betont werden gegenüber der Tendenz einiger Autoren, den Elefanten und damit die Lagerstätte als pliocän anzusprechen. Andrews[2] neigt dazu auf Grund eines Vergleiches seines Materials von der Homagegend. Ein Eingehen hierauf wird erst möglich sein, wenn sein Beweismaterial der Öffentlichkeit zugänglich gemacht sein wird.

Gregory[3] nennt in ähnlicher Weise auf Grund der vulkanischen Ereignisfolge des Oldowaygebietes und ihres Vergleiches mit britisch-ostafrikanischen Verhältnissen die deutschen Fossiltuffhorizonte „wahrscheinlich pliocän". Die angeführten Gesichtspunkte und Möglichkeiten scheinen mir jedoch den exakten Altersbeweis, den vor allem Dietrich auf Grund seines sehr reichen und wohlerhaltenen Elefantenmaterials geführt hat, nicht erschüttern zu können. Auf die Eruptionsfolge und das Alter der Eruptiva des Grabengebietes, wie Gregory sie darstellt, kritisch einzugehen, ist hier nicht der Raum. Es sei nur erwähnt, daß ganz allgemein seine Tendenz unverkennbar ist, den kainozoischen ostafrikanischen Ereignissen ein überraschend hohes Alter zuzuschreiben, wie er das übrigens schon in seinen älteren Arbeiten tat. Das gilt beispielsweise ebenso für die gehobenen Riffkalke, Decksandlehme und Küstensande der Mombasagegend, wie für die Süßwassersedimente des vulkanischen Grabenbodens im britischen Gebiet, wo beispielsweise zwischen dem Nakuru-See und W von Elmentaita[4] sehr junge

[1] W. O. Dietrich, *Elephas antiquus Recki* n. f. aus dem Diluvium Deutsch-Ostafrikas. Wissenschaftliche Ergebnisse der Oldoway-Expedition 1913. Archiv für Biontologie. Bd. 4. H. 1. 1915; — Der Urelefant *E. antiquus* im Diluvium Deutsch-Ostafrikas. Kolonialzeitung. Juli 1916; — Zur Stammesgeschichte des afrikanischen Elefanten. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre. 1913. p. 49, 74.

[2] Andrews, Note on a new Baboon usw. 1916. p. 417.

[3] Gregory, p. 208.

[4] Gregory, p. 116.

Seesedimente liegen, deren Diatomeenerden 60 lebende Diatomeenarten[1] und keine einzige ausgestorbene Spezies ergeben haben, während nach Habitus und Lage ganz ähnliche, aber fossilleere Sedimente an anderen Stellen der Grabensohle als pliocän angesprochen werden, ohne daß über Möglichkeiten hinausgehende Gründe für ein notwendig so verschiedenes Alter und eine daraus folgende stratigraphische Trennung gegeben werden.

Diese Beispiele zeigen neben weitgehenden Unsicherheiten, die der Unkenntnis vieler Einzelheiten entspringen, doch auch unverkennbare Kontraste in der Faunenkonstellation, die zu den üblichen stratigraphischen Vorstellungen in Widerspruch stehen.

So ergab, was die Säugetierhorizonte betrifft, schon die Omo-Fauna neben rezenten äthiopischen Formen solche, die nach europäischen Erfahrungen für tertiäres Alter charakteristisch sind. Ich nenne *Dinotherium*, *Hipparion*, *Elephas* cf. *meridionalis*, einen pliocänen Gavial[2].

Nun wiederum im Oldowaygebiet: Von Kattwinkel gefunden in einem Gestein, das dem meiner Funde völlig entspricht, und nach seiner Angabe auch von derselben Stelle — ich fand den Ort nach den mir von Kattwinkel übergebenen Photographien seiner Expedition —: *Helladotherium*, *Hipparion*. Diese wurden von mir nicht wieder gewonnen, wohl aber andere unbekannte Arten neben bestimmbar diluvialen und solchen Formen, die sich mindestens eng an die heutigen, lebenden Tiere anschließen, soweit sie nicht ident mit ihnen sind.

Hier liegt ein Problem offen, zu dem die nähere Bearbeitung der zahl- und artenreichen Oldowayfauna hoffentlich noch Aufschlüsse geben wird. Heute sind meine Studien noch nicht weit genug fortgeschritten, um endgültig dazu Stellung nehmen zu können.

Ich wollte dies Problem, das auch dann noch seine Eigenart behält, wenn die tertiären Typen sich gegen allen Anschein doch als aus tieferen Horizonten oder anderen Lokalitäten stammend herausstellen sollten, streifen — einmal im Hinblick auf das hier beschriebene Fossil und seine Verwertungsgrenzen in paläontologisch-stratigraphischer Hinsicht, sodann gerade wegen eines neuen fossilen Tier- und Menschenfundes, der in jüngster Zeit aus einer Höhle in Nordrhodesien gemeldet wurde. Anthropologisch scheint der Schädel des Menschen nach Woodward[3]

[1] Ferguson, Geological notes from Tanganjika northwards. Geol. Mag. 1901. p. 362—370.

[2] L. Joleaud, Sur la présence d'un Gavialidé du genre *Tomistoma* dans le Pliocène d'eau douce de l'Ethiopie. C. R. Ac. Sc. Paris 1920. p. 816—18 und G. A. Boulenger, Sur le Gavial fossile de l'Omo. C. R. Ac. Sc. Paris 1920. p. 913—14.

[3] Woodward, A new cave Man from Rhodesia, S. Africa. Nature. Nov. 1921. p. 371—372.

eigentümlicherweise hohe und primitive Merkmale in sich zu vereinigen. Stratigraphisch ist für die Altersbestimmung von großer Wichtigkeit, daß er zusammen mit zahlreichen Tierresten gefunden wurde, welche nach vorläufiger Übersicht rezent sein sollen.

So wenig ich aus Mangel an eigener Kenntnis der Einzelheiten des Fundes für sein hohes, diluviales Alter Stellung nehmen möchte, so sehr möchte ich warnen, auf Grund der scheinbar rezenten Fauna ihn ohne weiteres als rezenten Fund anzusprechen. Das wäre wohl mit viel Wahrscheinlichkeit anzunehmen, wenn die Fauna in der Tat sich als rezent herausstellen sollte. Die oben gegebene Übersicht mahnt aber zur Vorsicht und wird ein abschließendes Urteil erst nach der genauen Untersuchung der Begleitfauna gestatten, wie ich bereits kürzlich in meiner kritischen Stellungnahme zu dem Fund betont habe [1].

Es scheint mir einstweilen nur das Eine sicher festzustehen, daß selbst die jungdiluviale Säugetierfauna Zentralafrikas als Ganzes betrachtet noch einen sehr abweichenden Charakter von der heutigen hatte. Aber neben ganz fremdartigen Formen stehen bereits völlig rezent anmutende Typen. Diese Formenmischung scheint nach allen Anzeichen geradezu charakteristisch zu sein. Da wir aber heute noch nicht überblicken können, welche der heutigen Arten in nicht oder wenig veränderter Form bereits im Diluvium lebten, ist es äußerst mißlich, sich ein Urteil über das Alter eines geringfügigen derartigen Faunenfragmentes zu bilden, und es wird auf rein paläontologischem Wege einstweilen noch zur Unmöglichkeit, solange nur unvollkommene Untersuchungsmöglichkeiten oder gar nur Einzelstücke, womöglich uncharakteristischer Skeletteile zur Beurteilung vorliegen.

Man kann deshalb nur wünschen, daß gerade im Vergleich mit der Oldowayfauna die neu gewonnene, anscheinend formenreiche nordrhodesische Fauna bald einer eingehenden Untersuchung unterzogen wird. Man wird aus ihren Ergebnissen einen wesentlichen Schritt vorwärts erhoffen dürfen in der Klärung gerade dieser so unerwartet aufgetauchten, aber prinzipiell wichtigen Fragen. —

Im Kriege endlich wurde in Deutsch-Ostafrika 1915 noch eine weitere Säugetierfauna [2] von mir in den Deckschichten des Gneisgebietes im Masailand des Kondoa-Irangi-Bezirkes, östlich von

---

[1] H. Reck, Der neue zentralafrikanische fossile Menschenfund. Naturw. Wochenschr. 1922. p. 125—126.

[2] H. Reck, Eine neue diluviale Säugetierfundstelle am Minjonjo in Deutsch-Ostafrika. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1921. p. 25—37.

Ufiome, gefunden, welche sich mit ihrem Bestand von *Elephas antiquus Recki* Dietrich sowie nach ihrem sonstigen Gesamthabitus artlich und zeitlich eng an die Oldowayfauna anschließt. Leider ist der größte Teil der geborgenen Oberflächenfunde im Verlauf der Kämpfe verloren gegangen.

Ferner harren noch zwei weitere Fossilpunkte aus analogen Schichten der Ausgrabung bezw. Bearbeitung: Eine reiche Säugetierfundstelle im Gebiet des ostafrikanischen Grabens in der Landschaft Umbugwe, deren erstes im Kriege entdecktes und geborgenes Material mir leider restlos verloren ging, dessen Kenntnis aber nach der Lage der Fundstelle in alten hochliegenden Strandterrassen besonders wichtig wäre, zumal anscheinend analoge gehobene Seeterrassen im britischen Gebiet, beispielsweise am Baringosee, zahlreiche bearbeitete Obsidianstücke als Zeugen einer neolithischen vielleicht stellenweise auch paläolithischen Kultur des Menschen ergeben haben. — Obsidianfunde also, wie sie vereinzelt auch in alten Gräbern des Ngorongorokessels im deutschen Gebiet gemacht wurden.

Ferner ein Fundpunkt mit schöner Schneckenfauna und einem *Hippopotamus*-Zahnrest aus dem Gebiete der Mittellandbahn westlich des Malagarassi. Diese letzteren schon 1912 geborgenen Stücke befinden sich glücklicherweise im Berliner Museum für Naturkunde, harren aber noch der Bearbeitung.

Auch eine Fundstelle 1913 entdeckter und geborgener, aber noch unbearbeiteter Pflanzenreste mit prächtigem Blättermaterial aus dem südlichen Usambaravorland, dessen Untersuchung mir Herr Kollege Schuster liebenswürdigerweise zugesagt hat, muß bei dieser Aufzählung Erwähnung finden, zumal neuerdings auch im britischen Nachbargebiet aus vulkanischem Tuff ein Blätterhorizont[1] bekannt wurde, aber ebenfalls noch nicht untersucht ist. Ein Vergleich der Materialien dürfte nicht nur die Kenntnis der Flora und der Altersbeziehungen beider Fundstätten fördern, sondern auch neues Licht auf das Alter der britisch-ostafrikanischen Eruptiva werfen.

[1] Siehe Gregory, l. c. p. 166.

Berlin, im März 1922.

Über das Vorkommen von Gosauschichten zwischen Walchsee und Kössen in Tirol.

(Vorl. Mitteilung.)

Von **Friedrich Schöning** in München.

Ampferer veröffentlicht im Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1921, 71. Bd., Heft 3 u. 4 eine Arbeit über die kohleführenden Gosauschichten in Tirol. Ihr Vorkommen nordöstlich von Walchsee wird darin nicht erwähnt. Gelegentlich der geologischen Kartierung des Geigelsteingebietes habe ich dasselbe festgestellt im Einschnitt nördlich des Zuges Kranzingerberg, Korauerspitz, Staffner, welcher in west-östlicher Richtung sich von Walchsee bis Kössen erstreckt. Die Gosau ist hier aufgeschlossen durch zwei Wasserläufe, den Baumgartenbach, der in den Walchsee mündet und den Kaarbach, der vom Kaarkopf (1509 m) kommend sich in die Tiroler Ache ergießt. Ihre Mächtigkeit ist bedeutend, ihre petrographische Entwicklung eine mannigfaltige. Teils sind es graue Inoceramen führende Mergel, die stellenweise rot verwittern, teils graue Kalke mit Rudisten, Nerineen, Actaeonellen, teils rein weiße und rote dichte Kalke. Daneben findet sich schwartenmagenähnliches weiß-rot gesprenkeltes Gestein von brecciösem Charakter. Große Ausdehnung gewinnt ihre Entwicklung als Kalksandstein und auch die Ausbildung des Grundkonglomerates, bestehend aus kleinen und größeren ortsfremden kristallinen Geröllen, ist typisch.

Die eingehende Bearbeitung der geologischen Verhältnisse des Geigelsteingebietes und seiner Gosauschichten wird binnen kurzem abgeschlossen sein.

Besprechungen.

Ferdinand v. Wolff: Einführung in die allgemeine Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Mineralchemie. Kl.-8°. 135 p. mit 155 Abbild. Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig. 1922.

Das Buch soll keine elementare, populäre Darstellung der allgemeinen Mineralogie sein, sondern eine streng wissenschaftlich gehaltene elementare Einführung; es will die Ziele und Probleme zeigen, mit denen sich die Wissenschaft in erster Linie beschäftigt und die inneren Zusammenhänge zwischen den einzelnen Erscheinungen und Problemen aufdecken.

In der Behandlung der Kristallographie hat Verf. den Schwerpunkt der Betrachtung, anders „als es sonst gewöhnlich geschieht“, auf die Symmetrie der Kristalle gelegt und ist den

Gedankengängen von Schoenfließ gefolgt, unter Annahme von dessen Symmetrie-Symbolen. Hierbei werden die Kristalle der rhomboedrischen Hemiedrie, der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse, zum hexagonalen, nicht zum trigonalen System gestellt — das auch der Verf. annimmt: „die hierhergehörigen Kristallklassen sind durch eine dreizählige Hauptsymmetrieachse ausgezeichnet" —, während Groth (Elemente p. 235) gerade von dieser Klasse sagt, „daß sie als die wichtigste Symmetrieklasse des trigonalen Systems zu betrachten ist". Wer das trigonale System als ein besonderes gelten läßt, dem wird es schwer fallen, die Anfänger davon zu überzeugen, daß Kalkspat von diesem ausgeschlossen sein soll. Neben den Miller'schen Indizes werden die Naumann'schen Zeichen benutzt, von denen gesagt wird, daß bei ihnen vom Zonengesetz Gebrauch gemacht werde.

In der Kristallphysik werden zuerst die Kristallstrukturen behandelt, ihrer Bedeutung entsprechend ausführlich; die Optik recht knapp; etwas eingehender, wenn auch knapp, die Kristalldeformationen. Bezüglich der Mineralchemie ist nichts Besonderes zu bemerken. Hier wird der letzte Abschnitt der Radioaktivität gewidmet. **R. Brauns.**

G. Linck: Tabellen zur Gesteinskunde für Geologen, Mineralogen, Bergleute, Chemiker, Landwirte und Techniker. 5. verbesserte Aufl. Kl.-8°. 29 p. mit 8 Taf. Jena, Gustav Fischer. 1921. — 15 Mk. —

Diesen viel benutzten Tabellen ist in der neuen Auflage, die schon nach kurzer Zeit wieder nötig war, eine Tabelle über Salzgesteine neu beigegeben, die über kristalline Schiefer ist unter Annahme der Dreiteilung Grubenmann's umgearbeitet, die übrigen sind nach Bedarf ergänzt worden, so die Tabelle der kieselsäurereichen Eruptivgesteine. Die 8 Tafeln führen in Mikrophotographien die wichtigsten Strukturarten von Tiefen- und Ergußgesteinen, Trümmergesteinen, Oolith, kristallinen Schiefern und andern metamorphen Gesteinen vor. **R. Brauns.**

Alfred Philippson: Grundzüge der Allgemeinen Geographie. I. Einleitung. Mathematische Geographie. Atmosphärenkunde. Mit 55 Fig. u. 2 Karten. Leipzig 1921.

Als den Hauptbegründer der modernen Geographie bezeichnet Verf. seinen Lehrer F. v. Richthofen. Auf die Lehr- und Handbücher von Herm. Wagner, A. Supan und J. Hann greift die Darstellung des Lehrbuches zurück, aber es ist hauptsächlich für den Studierenden berechnet und will die genannten Werke didaktisch ergänzen. Soweit dies schon der I. Band ersehen läßt, wird dies durch die sehr durchsichtige, ansprechende Darstellung bestens

erreicht. Über die Behandlung des Stoffes in seinem modernen Umfang äußert sich Verf. folgendermaßen: „Die heutige Geographie ist, wie auch die Naturwissenschaften, aus einer beschreibenden eine erklärende Wissenschaft geworden. Das bedeutet natürlich nicht, daß dadurch der Wert rein tatsächlicher Feststellung in ihr herabgedrückt ist. Diese muß selbstverständlich der Erklärung vorausgehen und hat auch in der Geographie ihren hohen, selbständigen Wert. ... Da sie sowohl mit natürlichen wie mit menschlichen Objekten zu tun hat, ist es für die Geographie besonders charakteristisch, daß sie mitten zwischen den beiden großen Gruppen der Natur- und der Geisteswissenschaften steht und zwischen diesen ein einigendes Band bildet. ... Die Vorstellung von der gegenseitigen Abhängigkeit aller Erscheinungen eines Erdraumes bis hinauf zum Menschen und seinen Werken, das ist es, was man als das besondere geographische Denken bezeichnen kann." Von den sehr zahlreichen Hilfswissenschaften wird die Geologie bezeichnet als die „wichtigste und unentbehrlichste ..., da ohne sie die Formen der Erdoberfläche und ihre Entwicklung unverständlich sind." Der Berufsgeograph jedoch muß mit den Grundzügen der Mineralogie, Petrographie und Paläontologie, als den Grundlagen für die Geologie, vertraut sein. Die Geographie „betrachtet nicht die Objekte an sich, sondern ihre räumliche Verbreitung und Bindung und ihr Zusammenvorkommen und Zusammenwirken in den einzelnen Erdräumen".

Die Abgrenzung der Geographie von den Hilfswissenschaften ist bekanntlich, seitdem zum geographischen Lehrstoff nicht mehr die Wappenkunde, die Herrschergenealogien, die Zahl der Kirchen, Schulen usw. gehören, teilweise eine schwierige geworden. Diese Schwierigkeit ist, soweit sie die Geologie anlangt, bereits wiederholt von beiden Seiten zur Sprache gekommen. Darauf bezieht sich die Bemerkung des Verf.'s, daß die vielfach geäußerte Auffassung, als ob die Geographie nur eine Gegenwartswissenschaft sei, nicht aufrecht zu halten sei. Er spricht von Paläogeographie als der Geographie der erdgeschichtlichen Vergangenheit. Um den Begriff der Geographie nach dieser Richtung auszudehnen, wäre es doch notwendig, daß sich der große Teil der Geographiestudierenden gründlicher mit den notwendigsten Grundlagen vertraut machte, ohne die man in die erdgeschichtliche Vergangenheit nicht eindringen kann, nämlich in die Gesteins- und Fossilienkenntnis.

Von dem Inhalt des Buches behandeln 161 Seiten die Atmosphärenkunde. Abgesehen von den Beziehungen zwischen gewissen geologischen Fragen und der Klimalehre sei auf diesen Abschnitt deshalb besonders hingewiesen, weil er das Tatsachenmaterial dieses wichtigen, aber wohl weniger allgemein gepflegten und bekannten Gebietes in sehr klarer Darstellung zugänglich macht. **Bergeat.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Einige neue Mineralvorkommen im Granit von Guadalcazar, Mexiko.

Von **J. Kratzert** in Heidelberg.

I.

Der Granit von Guadalcazar, etwa 400 km nordnordwestlich der Stadt Mexiko, gehört genetisch zu dem Realejo-Massiv, das als mächtiger Batholith die umgebenden Cenomankalke durchbrochen und dabei tiefgreifend kontaktmetamorph verändert hat [1]. Das ausgedehnte Kontaktgebiet ist entsprechend dem wechselnden Charakter des der Metamorphose unterworfenen Nebengesteins reich an Mineralneubildungen, die sich hinsichtlich ihrer Genese dreifach gliedern lassen:

1. Bildungen unmittelbar am Kontakt. Hierzu gehört vor allem Grossular, von grüngelber bis dunkelgrüner Farbe, in Körnern und derben Massen, stellenweise in erheblichen Mengen, ausgezeichnet durch eine außergewöhnlich hohe Doppelbrechung und prachtvolle Zonarstruktur. In Zwischenlagen, aber von untergeordneter Bedeutung, tritt Epidot auf. An kieselsäurereicheren Stellen des Kontakts kam es zur Bildung von Kalksilikathornfels mit eingelagertem körnigem, schlecht ausgebildetem rotem Granat, der mit wachsender Entfernung vom Kontakt in einen Pyroxen von diopsidähnlichem Charakter übergeht.

2. Pegmatitisch-pneumatolytische Bildungen. Der große Reichtum des Magmas an Beryllium-, Bor- und Fluordämpfen bewirkte intensive Durchtränkung des Nebengesteins und Entstehung der entsprechenden Silikate wie Beryll, hellem Turmalin, Axinit, Topas, Danburit und Flußspat. Außerdem gehört zu dieser Gruppe der bereits früher von E. Wittich und mir beschriebene Dumortierit [2].

3. Hydrothermale Bildungen. Auf Drusen des Diopsids kleine Mengen von Chalcedon, falls diese überhaupt als eine Kontaktwirkung bezw. Nachwirkung und nicht einfach als sekundäre Bildung bei Umwandlungsvorgängen aufzufassen sind.

[1] E. Wittich und F. Ragotzy, La geologia de la region minera de Guadalcazar, S. L. P. Boletin Minero, Mexico, 1922. 18 p.

[2] Dies. Centralbl. 1921. 648—650.

Im folgenden soll der besonders interessante, weil von Mexiko noch nicht näher beschriebene, Danburit der zweiten Zone und der Pyroxen der ersten Zone etwas ausführlicher behandelt werden, während die übrigen erwähnten Mineralien wenigstens teilweise an anderer Stelle[1] kurz erörtert wurden, teilweise aber auch mangels geeignetem Material keine weitere Untersuchung zuließen.

II.

Der Danburit findet sich in schneeweißen, durch Eisenhydroxyd stellenweise rostbraun gefärbten Massen von wirr durcheinandergewachsenen kurzstengligen Kristallaggregaten. Gute, ringsum ausgebildete Individuen sind kaum vorhanden: insbesondere fehlen Pyramidenendigungen, während die etwas häufiger vorkommende Prismenzone derart in zahllose Vizinalflächen aufgelöst ist, daß eine goniometrische Untersuchung oder gar Ermittlung des Achsenverhältnisses aufs äußerste erschwert wird. Nur ein einziges Kriställchen von knapp 2 mm größter Ausdehnung gestattete einige genauere Messungen, die ich Herrn F. Fromm, Heidelberg, verdanke. Es besitzt an sicher nachgewiesenen Flächen: (001) (100) (110) (120) (101) (021) (041) (111) (221). Die für die wichtigsten Zonen erhaltenen Winkel stimmen mit den von Max Schuster am Vorkommen vom Scopi beobachteten fast durchweg recht gut überein, wie die folgende Tabelle zeigt:

	Mexiko	Scopi		Mexiko	Scopi
	gem.	ber. M. Schuster		gem.	ber. M. Schuster
(101) : (001)	41° 25′	41° 24′	(111) : (001)	45° 2′	45° 7′
(021) : (001)	43 53	43 50	(120) : (100)	47 30	47 36
(041) : (001)	62 27	62 29	(110) : (100)	28 27	28 34
(221) : (001)	63 32	63 32			

Für die Brechungsexponenten wurde an einer etwa parallel zur Basis geschliffenen Platte auf dem Totalreflektometer in Na-Licht gefunden:

α	β	γ	$2V$		
1,6308	1,6334	1,6362	88° 2′	ber.	Mexiko
1,6317	1,6340	1,6363	88° 29′	beob.	Scopi

Zum Vergleich sind die von C. Hintze am Danburit vom Scopi gefundenen Daten beigefügt.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichts läßt sich mit Thoulet-scher Lösung noch bequem ausführen und ergab an einigen rißfreien Bruchstückchen: $2{,}974 \pm 0{,}003$, während für die Schweizer Danburite 2,985 angegeben wird.

[1] E. Wittich u. J. Kratzert, Contribuciones a la mineralogia mexicana. Sociedad cientifica „Ant. Alzate", Mexico, 1922. 651—661.

Die an sorgfältig ausgesuchtem schneeweißem Material im Min.-petr. Institut Heidelberg von mir durchgeführte Analyse lieferte folgende Werte:

	%	Theoretisch
SiO_2	49,35	48,93
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,30	—
CaO	22,95	22,75
MgO	Spuren	—
B_2O_3	28,04	28,32
	100,64	100,00

Die Borsäure wurde nach der bequemen und dabei recht sicheren, von G. Jörgensen angegebenen[1], von M. Hönig und G. Spitz[2] weiter ausgebildeten Titriermethode unter Zusatz von Glycerin bestimmt.

Zu dem Danburit gesellt sich gegen den Kontakt hin in zunehmendem Maße Grossular mit etwas Epidot, vereinzelte violette Flußspatkristalle und z. T. in schönen Würfeln kristallisierter äußerlich meist in Limonit umgewandelter Pyrit.

III.

Der Pyroxen ist von hellgrüner bis schwärzlichgrüner Farbe und hat im Handstück Ähnlichkeit mit unreinem Jadeit. Von diesem läßt er sich jedoch u. d. M. an seinem viel feineren Korn leicht unterscheiden; auch besitzt er nicht die dem Jadeit so charakteristische Zähigkeit, ist aber immer noch fest genug, um möglicherweise als splittrig brechendes Ausgangsmaterial für Werkzeuge der Steinzeitmenschen Mittelamerikas in Frage zu kommen.

Mit Hilfe der Einbettungsmethode wurde an Mineralkörnchen gefunden: $\alpha = 1{,}670 \pm 0{,}002$, $\gamma = 1{,}697 \pm 0{,}002$.

Das spezifische Gewicht schwankt erheblich; an vier verschiedenen Stückchen wurden in Jodmethylen Werte zwischen 3,236 und 3,309 ermittelt. Demnach sind, da das Mineral u. d. M. sich als frei von jeglichen mechanischen Beimengungen erweist, auch hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung größere Verschiedenheiten zu erwarten, die in den beiden von dem Mineral angefertigten Analysen I und II zum Ausdruck kommen. Analyse I wurde in Mexiko, Analyse II von mir in Heidelberg ausgeführt.

	I.	II.		I.	II.
SiO_2	49,99	51,10	MgO	13,96	9,12
Al_2O_3	6,55	8,35	CaO	24,10	22,89
Fe_2O_3	3,25	2,40	Na_2O	2,49	2,48
FeO	—	3,43	K_2O	—	0,11
				100,34	99,88

[1] Zeitschr. f. angew. Chem. 1897. 7.
[2] Zeitschr. f. angew. Chem. 1896. 549.

Die vorstehenden Angaben zusammen mit der u. d. M. deutlich wahrnehmbaren Spaltbarkeit stellen die Zugehörigkeit des Minerals zur Pyroxengruppe außer allem Zweifel. Zu einer weiteren Auswertung der Analysenergebnisse kann man für die acht Komponenten die Molekularprozente bilden und aus diesen die für die Pyroxene theoretisch möglichen Molekülgruppen berechnen. Es ergibt sich dann unter Zugrundelegung der Zahlen der Analyse II (die nur deshalb vorgezogen wurde, weil darin Fe O bestimmt ist) folgende Molekularzusammensetzung des Minerals:

Ägirinmolekül $Na_2O . Fe_2O_3 . 4 SiO_2$	7,0	17,5
Jadeitmolekül $Na_2O . Al_2O_3 . 4 SiO_2$	10,5	
Augitmolekül $MgO . Al_2O_3 . SiO_2$	11,3	82,5
Diopsidmolekül $CaO . MgO . 2 SiO_2$ + $CaO . FeO . 2 SiO_2$ . . .	49,1	
Wollastonitmolekül $CaO . SiO_2$	22,1	
	100,0	

Man hat es also mit einem Pyroxen zu tun, der sich im wesentlichen aus Diopsidmolekülen aufbaut, daneben aber auch noch merkliche Mengen von Jadeit- bezw. Ägirinmolekülen enthält. Indessen treten letztere so weit zurück, daß man das Mineral wohl noch in die Diopsid-Augitreihe stellen muß, während Henry S. Washington das Material der von ihm untersuchten Tuxtla Statuette mit einer Zusammensetzung von 50,66 % Diopsid und 49,34 % Jadeit als „Diopsidjadeit" bezeichnet[1]. Das vorliegende Mineral kann daher unter Anlehnung an die Washington'schen Darlegungen als ein nahe dem einen Ende einer Mischungsreihe stehendes Glied aufgefaßt werden, die über den Diopsidjadeit, dem ein großer Teil der mittelamerikanischen „Jadeite" angehört, zum reinen Natron-Jadeit hinüberführt.

In der Nähe des Kontakts geht das sehr feinkörnige Mineral in gröberkristallisierte Partien über, die in Drusenräumen zuweilen aufgewachsene Kriställchen von einigen Millimetern Ausdehnung, aber leider sehr schlechter und zu irgendwelchen Messungen ungeeigneter Entwicklung tragen. Die aufgewachsenen Kristalle haben teilweise eine Umwandlung in stark faserige, asbestartige Hornblende erfahren, die in Hohlräumen und Drusen mit dünnen Krusten von Chalcedon ausgekleidet ist.

Heidelberg, Min.-petr. Institut, 16. V. 22.

[1] The jade of the Tuxtla Statuette. Proc. U. S. National Museum. 60. 1922. Art. 14. 12 p.

Spuren eines Phonolithdurchbruches bei Rockeskyll in der Eifel.

Von **P. Michael Hopmann**, O. S. B. in Maria Laach.

W. Haardt[1] hat den in der unmittelbaren Umgebung von Rockeskyll auftretenden basaltischen Tuff, der sich durch die reichliche Führung kristalliner Gesteine auszeichnet, als einen Augititttuff beschrieben, „der im wesentlichen aus mehr oder weniger großen Lapilli besteht" (p. 204). Daß diese in eine staubartige Grundmasse eingebetteten Kugeln als eine besonders charakteristische Eigenart des Rockeskyller Augititttuffes gelten können, trat in neuen Aufschlüssen zutage, welche die amerikanischen Besatzungstruppen durch Ausheben von Schützengräben am Ostabhange des Kyller Kopfes geschaffen hatten. Sehr viele Bomben von Walnuß- bis über Kopfgröße sind eiförmig abgerundet, wie die Hohlraumausfüllungen eines Mandelsteines. Am auffälligsten ist dies bei kristallinen Schiefern, die unter dem Schlage des Hammers leicht nach der Schieferungsfläche spalten, und bei Sanidinbruchstücken mit ihrer vorzüglichen Spaltbarkeit. Letztere haben, soweit sie nicht von einer dünnen Augititrinde umgeben sind, eine glänzende, wie angeschmolzen aussehende Oberfläche. Man könnte diesen Augititttuff zum Unterschied von anderen basaltischen Tuffen der Umgegend kurzerhand „Kugeltuff" nennen. Außer den auf der Haardt'schen Karte angegebenen Stellen fand sich der Kugeltuff am Wege südlich des Nonnentales, am Ostabhang des Kyller Kopfes nach dem „Vorkopf" genannten Basaltvorkommen zu, und wahrscheinlich im Bahneinschnitt der nach Hillesheim führenden Strecke, im Süden des von Haardt angegebenen Verbreitungsgebietes der kristallinen Gesteine.

In diesem Gebiete des Augititttuffes von Rockeskyll hat sich als ein in der Eifel sonst nur in der Nähe der Nürburg (Selberg bei Quiddelbach) vorkommendes Gestein eine Phonolithart gefunden. Sowohl am Fuße des Schießberges wie auf den Feldern SO des Nonnentales, auf dem Wege von der Rockeskyller Mühle zum Kyller Kopf und an anderen Stellen kann man Bruchstücke eines hellgrünen oder gelbgrauen dichten Gesteins mit fettigem Glanz, splitterigem Bruch, zuweilen plattenförmiger Absonderung und weißer Verwitterungsrinde aufsammeln, die als Einsprenglinge reichlich Sanidinkristalle (bis 4 : 6 mm breit und 1,5 mm dick), spärlich Augitprismen, Biotittafeln, Magnetitkörner und in der Rinde ausgewitterten Nosean erkennen lassen. Als Einschlüsse treten nur wenige Bröckchen von Grauwackenschiefer hervor.

---

[1] Jahrb. d. K. Pr. Geol. L.-A. f. 1914. 35. Teil II. Heft 1. Berlin 1914.

U. d. M. erkennt man, daß sich die gelbgrauen und hellgrünen Gesteine dieser Art durch die Beschaffenheit ihrer Grundmasse unterscheiden. In den ersteren fällt besonders ein schwach gelbgrünlicher Augit auf, der in Körnern, ausgefransten Prismen und schlecht auflösbaren Aggregaten in einer trüben Masse, anscheinend Glas, liegt. Selten sieht man feine Feldspatmikrolithe; ebenso treten polygonale Durchschnitte, die man für zersetzten Leucit halten muß, sehr zurück. Dagegen hellt sich das „Glas“ zwischen gekreuzten Nicols an vielen Stellen sehr schwach auf. In dem hellgrünen Gestein bilden deutlich erkennbare Feldspatmikrolithe und äußerst feine Augithärchen ein dichtes Gewebe, in welches Leucite reichlich eingestreut sind. Glasbasis ist meist nur schwer festzustellen. Schlierenbildung, die den Augit zu schmalen, dunkeln Zügen zusammendrängt, ist weit verbreitet.

Unter den Einsprenglingen fallen vor allem die zahlreichen Sanidindurchschnitte auf. Es sind meist gut ausgebildete, einfache Kristalle, seltener Karlsbader Zwillinge oder unregelmäßig verwachsene Aggregate. Wasserklar, öfters von Schwärmen feiner Glaseinschlüsse durchzogen, zeigen Schnitte senkrecht zur ersten Mittellinie einen sehr kleinen Achsenwinkel, der bis zu 0^0 heruntergeht. Es gelang, von einigen Kristallen Dünnschliffe $\perp$ M herzustellen. Die Auslöschungsschiefe a zu a (Spaltrisse $\parallel$ P) beträgt $5—6^0$. Azorpyrrhit-Oktaeder von 0,01—0,02 mm Kantenlänge als Einschlüsse weisen darauf hin, daß das Magma dieses phonolithischen Gesteins mit alkalisyenitischen Tiefengesteinen in Verbindung steht (vgl. R. Brauns, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 35. p. 193). Spez. Gew. in Bromoform-Alkohol-Mischung zu 2,57 bestimmt: wegen der Einschlüsse schwankend.

Nosean in gut ausgebildeten Kristallen tritt gegen Sanidin stark zurück; er ist älter als dieser, wie Noseankristalle in den breiten Sanidinleisten beweisen. Diese Einsprenglinge sind öfters von der Grundmasse mehr oder weniger stark angegriffen. Ohne einen Glassaum oder irgend eine Resorptionszone dringt sie in Zwickeln und Lappen in Sanidin und Nosean ein. Gerade an den klaren Sanidindurchschnitten kann man alle Stadien der Durchschmelzung beobachten. Selbst zierliche Büschel von Augitnadeln schieden sich in einem gelblichen Glaseinschluß aus.

Biotit ist selten. Seine Durchschnitte sind meist von einem dichten Saum umgeben, in welchem auch bei 600facher Vergrößerung keinerlei Kristalle zu erkennen waren. Neben den braungelb dichroitischen Lamellen finden sich öfters kleine olivengrüne Basisschnitte, die scharf sechsseitig in einem Kristallisationshof als Neubildungen im Effusivmagma erscheinen. Apatit ist fast in jedem Schliff in breiten Kristallen mit meist zahlreichen, großen Glaseinschlüssen zu sehen. Magnetit tritt vereinzelt in großen Körnern auf. Auffallend ist, daß der grüne Augit der Grundmasse kaum je in

größeren Einsprenglingen vorkommt; nur einmal fand sich ein Aggregat breiter Ägirinaugitleisten nebst etwas Sanidin und einer langen Apatitnadel. Der Querschnitt eines basaltischen Augits dürfte ebenso, wie ein Augit-Magnetit-Hornblende-Aggregat Einschlüsse aus fremdem Gestein darstellen. Beide sind von einem dichten Pigmentsaum umgeben. Das Aggregat könnte eines der Lapilli des Kugeltuffes sein.

Diese phonolithartigen Gesteine aus der Umgebung von Rockeskyll gleichen in ihrem Aussehen vollständig den Auswürflingen eines Eruptivgesteines, das am Abhang der Kappiger Ley im Vulkangebiete des Laacher See vorkommt. Von dort habe ich in diesem Centralblatt (Jahrg. 1913. p. 726) das Gestein beschrieben, welches als charakteristisch für den Tuff der Kappiger Ley zu gelten hat. Daneben finden sich auch hier seltenere Bomben eines hellgrünen Phonolithes, die dem von Rockeskyll sehr nahe kommen. Die Grundmasse besteht aus einem dichten Filz feinster Augitnädelchen, der von einem farblosen Glase durchtränkt ist, wie Poren und Spalten im Augitfilz dartun. Feldspatleistchen und Leucitdurchschnitte finden sich in wechselnder Menge; in manchen Stücken sind sie sehr spärlich, in anderen reichlich, wobei die Feldspatleisten fluidale Anordnung zeigen. Nephelin ist im allgemeinen ziemlich spärlich; seine scharf idiomorphen Durchschnitte, oft mit kastenförmigen Einlagerungen, schwanken zwischen 0,02 bis 0,7 mm Größe. Schwarze Pigmenthaufen lassen in parallelen Zügen geordnet die Bewegung des Magmas hervortreten. Ein mehr oder weniger dichter Pigmentsaum umgibt auch fast alle Einsprenglinge und Einschlüsse. Am häufigsten erblickt man Kristalle eines basaltischen gelbgrünlichen Augits, zuweilen mit vorzüglicher Zonarstruktur, selten einen größeren Ägirinaugitkristall. Sanidindurchschnitte fehlen keinem Schliffe ganz, sind aber nur stellenweise etwas angereichert. Neben scharfeckigen Stücken finden sich ganz gerundete: neben ganz klaren solche, in die Glas und Grundmasse reichlich eingedrungen ist. Apatit ist reichlich vorhanden, ebenfalls bald ganz klar, bald fein bestäubt oder von dicken, dunkeln Glaskugeln und anderen Einschlüssen erfüllt. Sehr spärlich tritt Biotit auf. Meist sind seine Lamellen stark korrodiert und von einem dichten Pigmentsaum, zuweilen auch von einem Haufwerk feiner Augitnadeln umgeben. Einmal füllen dicht gedrängte Ägirinaugitprismen den geradlinigen Umriß einer korrodierten Biotitlamelle aus. Auffallend ist das Fehlen des Nosean. Vielleicht könnte man mehr oder weniger rundliche Partien, die, von kräftig gelbbraunem Pigmentsaum umgeben, teilweise aus gelbem, gekörneltem Glase, teilweise aus Calcit bestehen, auf ihn beziehen. Doch treten diese Zersetzungsprodukte auch in länglichen, mehr schlauchförmigen Partien auf. Zudem sind sie nicht in jedem Schliffe zu finden, so daß Nosean jedenfalls in jenen Stücken, die auch arm an Feldspat und Leucit sind, fehlt.

Charakteristisch für diese Bomben scheinen Konkretionen zu sein, die einigermaßen an die intratellurischen Ausscheidungen im Phonolith des Engelner Kopfes erinnern[1]. Ägirinaugit bildet ein grobes Sparrenwerk, in welchem zahlreiche Titanaugite verschiedener Größe, viel Apatit, wenig Hornblende, und Sanidin in großen Körnern liegt. Biotit findet sich in kleinen Resten in breitem Pigment- und Augitsaum. Nosean und Olivin fehlen. Gelegentlich tritt Calcit und trübes Glas auf.

Als Einschlüsse enthalten diese Bomben sehr zahlreiche Stückchen des durchschlagenen Grauwackenschiefers. Ferner findet man kleine Magmafetzen mit etwas abweichender Zusammensetzung, z. B. voller frischer Nephelinkriställchen; auch Bruchstücke kristalliner Schiefer fehlen nicht.

Da diese hellgrünen Bomben das frischeste Effusivgestein sind, welches an der Kappiger Ley vorkommt, so wurde ein Stück mit nur ganz dünner Verwitterungsrinde, nach Auslesen der Schieferschülferchen aus dem stark zerkleinerten Gestein, von Frau Rost-Hoffmann[2] analysiert. Fe_2O_3 wurde in FeO umgerechnet, für die Nebensäuren entsprechende Mengen Na_2O und CaO abgezogen.

			Mol.-%
SiO_2	53,88	58,05	66,35
TiO_2	0,41	0,44	0,37
Al_2O_3	20,44	22,03	14,81
Fe_2O_3	2,28	—	—
FeO	1,60	3,93	3,74
MnO	0,25	0,27	0,26
MgO	0,68	0,73	0,76
CaO	1,42	0,83	1,01
Na_2O	6,85	7,25	8,01
K_2O	6,00	6,47	4,71
SO_3	0,16	—	—
CO_2	0,11	—	—
P_2O_5	0,43	—	—
Chem. geb. H_2O	4,00	—	—
Feuchtigkeit	1,16	—	—
	99,67	100,00	100,02

s	A	C	F	a	c	f	n	k
66,72	12,72	1,01	4,76	21	1,5	7,5	6,30	0,80

S	Al	F	Al	C	Alk
23	5	2	15,5	1,1	13,4

Das Ausrechnen der Osann'schen Formel ergab einen Tonerdeüberschuß von 1,08. Immerhin erkennt man, daß die Einreihung

[1] W. Zantini, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 38. p. 628.

[2] Hess. chem. Prüfungsstation für die Gewerbe. Darmstadt.

des Eruptivgesteins unter die Phonolithe berechtigt ist; es schließt sich den von Brauns (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 46. p. 30) aus dem Gebiete des Laacher See beschriebenen Noseanphonolithen an.

Die bei Rockeskyll gefundenen Auswürflinge sind weit stärker verwittert als die hellgrünen der Kappiger Ley. Wir sind also zur Erkenntnis der Gesteinsfamilie nur auf Mineralbestand und Struktur angewiesen. Demzufolge muß man das Gestein als sehr sanidinreichen Noseanphonolith bezeichnen.

Doch, wie kommen Phonolithbomben in das Gebiet des Augititttuffes? Etwa als Bruchstücke eines unter der Oberfläche anstehenden Gesteines? Bei wiederholtem Absuchen des Geländes stieß ich an den steilen Hängen eines Wasserrisses auf spärliche Reste eines Bimssteintuffes, den der mikroskopische Befund als leucitführend erweist. Demnach muß in der Rockeskyller Gegend ein phonolithisches Magma zum Schlusse der ganzen vulkanischen Tätigkeit wenigstens in einigen Gasausbrüchen durchgestoßen sein. Daß ein solches auch an dieser Stelle vermutet werden konnte, zeigen die zahlreichen syenitischen Tiefengesteine, die der Augititausbruch zutage gefördert hat. In die Gefolgschaft eines Alkalimagmas gehören ja auch die nephelinführenden Leucit- und Melilithbasalte von Rockeskyll, sowie der Nosean führende Augitit selber.

Damit ist eine weitgehende Parallelität in den vulkanischen Erscheinungen bei Rockeskyll und im Gebiet des Laacher See gegeben. Ein syenitisches Magma hat nicht nur in beiden Gebieten ganz ähnliche Veränderungen an kristallinen Gesteinen durch Tiefenkontakt hervorgerufen, sondern ist auch an beiden Stellen als Effusivgestein zutage getreten.

Über Magneteisen in marinen Ablagerungen.

Von **Karl C. Berz** in Stuttgart.

Anläßlich einiger Bohrungen, die auf dem Gute Melnikow im Kreise Novo Usensk des Gouv. Samara niedergebracht wurden, beobachtete Bruno Doss[1] in Bohrproben von miocänen tonigen und sandigen Schichten das Vorkommen einer schwarzen Substanz in engstem Verband mit Glaukonit und Pyrit. Er hielt diese für Fe_5S_7 und vermutete, daß sie sich bei gewöhnlicher Temperatur unter Aufnahme von freiem Schwefel allmählich in Pyrit umwandeln

[1] Bruno Doss, Über die Natur und Zusammensetzung des in miocänen Tonen des Gouvernement Samara auftretenden Schwefeleisens. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXII. 1912; — Melnikowit, ein neues Eisenbisulfid und seine Bedeutung für die Genesis der Kieslagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol. XX. Jahrg. 1912.

könne. Für diese labile Form des Schwefeleisens, welche er als schwarzes Schwefeleisen bezeichnete, führte er den Namen Melnikowit ein.

Drei kleine plattige Konkretionen, die aus Pyrit, schwarzer Substanz, tonigen Beimengungen, Quarzfragmenten und Glaukonit bestanden, dienten ihm als Ausgangsmaterial für seine Untersuchungen. Zu der chemischen Analyse wurde Material von diesen Konkretionen durch Abkratzen gewonnen. Dieses wurde von der Hauptmasse des anhaftenden Tones durch Schlämmen in Wasser und von den beigemengten Muschelfragmenten durch Behandeln mit verdünnter Essigsäure befreit. In konzentrierter Thoulet'scher Lösung, d. h. bei einem spez. Gew. von 3,1, schwamm der größte Teil des zerstoßenen Materials. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß dieser Anteil aus schwarzen Erzbruchstückchen, aus mit schwarzer Substanz durchtränkten Tonpartikeln, aus Quarz- und aus Glaukonitkörnern bestand. Die scheinbar homogenen Erzpartikel erwiesen sich als mit schwarzer Substanz so stark durchspickter Glaukonit, daß dieser bei schwacher Vergrößerung opak erschien. Der niedergefallene Anteil des Pulvers setzte sich zusammen aus Bruchstücken von schwarzer Substanz verunreinigt durch anhaftende Quarzkörnchen, Rutil, Hornblende u. a. Ein Teil der Schweranteile wurde der Einwirkung von heißer verdünnter Salzsäure unterworfen. Es lösten sich dabei die Erzpartikelchen teilweise bis auf einen verschwindenden schwer angreifbaren Rest. „Dieser erwies sich u. d. M. als aus schwarzen metallglänzenden Körnern (Ilmenit?) und einem einzigen tombakbraunen Körnchen (Pyrit mit Anlauffarben) bestehend.“ Zur Analyse standen im ganzen noch 0,04 g zur Verfügung. Nach Lösung in Königswasser[1] ergab sich folgende Zusammensetzung: Fe 49,29, S 39,63, Verlust beim Trocknen bei 70° 0,51, Unlösliches 9,51, zusammen 98,94. Schwefel und Eisen ergeben auf reine Substanz berechnet 44,56 und 55,44, was nach Doss einer theoretischen Zusammensetzung von Fe_5S_7 entsprechen würde, d. h. einer Verbindung, die bisher weder als Mineral bekannt geworden ist, noch künstlich dargestellt wurde. Zur Entscheidung der Frage, ob hier ein Gemenge von verschiedenen Schwefelungsstufen des Eisens vorliegt, wurde mit einer weiteren Probe eine zweite Analyse durchgeführt. Diese

[1] In dem Rückstand, der bei der 2. Analyse „in Königswasser unlöslich“ zurückblieb, beobachtete Doss ganz unregelmäßig umgrenzte, hautförmige isotrope Partikel von fraglos amorpher Kieselsäure, die von rötlich gefärbten fädigen und büscheligen Gebilden kreuz und quer durchsetzt wurden. Doss hielt diese Gebilde für fossile Eisenbakterien, und zwar für *Gallionella ferruginea*, die sich als solche im Kieselsäuregel erhalten hätten. Näherliegend ist es jedoch, diese fadenförmigen Einschlüsse als dendritische Gebilde zu deuten, die durch das Eindringen von Eisenoxyden bezw. Eisenhydroxyden in die amorphe Kieselsäure entstanden sind.

ergab ein Verhältnis von Eisen zu Schwefel, welches der Formel FeS_2 entspricht mit einem geringen Überschuß von Eisen. Auf Grund dieser Analysenergebnisse betrachtete Doss die schwarze Substanz als ein labiles Schwefeleisen. Bei der Deutung dieser Analysen hat er jedoch das Ergebnis der mikroskopischen Prüfung eines Teils der ersten Probe nach der vorhergehenden Behandlung mit Salzsäure nicht berücksichtigt. Diese ergab aber bei derselben das Vorhandensein eines Pyritkorns. Da es sich daher bei dem Analysenmaterial um keine vollkommen einheitliche Substanz handelt, und sowohl Pyrit als auch schwarze Substanz vorhanden ist, ist es naheliegend, die 1. Analyse so zu deuten, daß überhaupt kein Fe_3S_7 vorliegt, sondern daß der Schwefel völlig in der Form des FeS_2 — freier Schwefel wurde nicht nachgewiesen — gebunden ist wie bei Analyse 2. Und das überschüssige Eisen dürfte wohl in beiden Fällen an Sauerstoff gebunden gewesen sein. Für die Anwesenheit von Sauerstoff spricht, daß beim Kochen des pulverisierten Materials mit destilliertem Wasser sich dasselbe oberflächlich in orangegelbes bis orangerotes Eisenoxydhydrat umwandelte. Auf keinen Fall jedoch berechtigt das Ergebnis der ersten Analyse zur Aufstellung einer neuen bisher unbekannten Schwefelungsstufe des Eisens, abgesehen davon, daß eine mit so geringer Menge an Substanz durchgeführte quantitative Analyse keine Gewähr für die Richtigkeit der aufgestellten Formel bietet. Auch daß beim Behandeln der Probe mit Salzsäure von Doss keine Schwefelwasserstoffbildung beobachtet wurde, spricht dafür, daß das Schwefeleisen nur in der Form des Pyrits vorhanden war. Weiterhin ist die Verwachsung von schwarzer Substanz mit Pyrit, sowie das Überwiegen des einen oder anderen Teils in einzelnen Partien der Konkretionen kein Beweis dafür, daß sich die schwarze Substanz in Pyrit umwandeln kann. Ebensowenig ist diese Annahme mit der Auffassung dieser Substanz als ursprüngliches Gel zu begründen. Da sich auch Ton, Quarz und Glaukonit in diesen hauptsächlich aus Pyrit bestehenden Konkretionen findet, muß deshalb auch die schwarze Substanz als nur mechanisch mit Pyrit verbacken betrachtet werden. Es ist daher naheliegend, diese schwarze Substanz nicht als Schwefeleisenverbindung, sondern als Magneteisen aufzufassen. Besonders das positive Ergebnis der Untersuchung auf Ferri- und Ferrosalz ist ein klarer Hinweis auf Magneteisen. Auch die von Doss als charakteristisch für diese schwarze Substanz aufgeführten Eigenschaften, schwarze Farbe, starker Magnetismus und leichte Löslichkeit in warmer verdünnter Salzsäure (ohne Entwicklung von H_2S [!]), sind für Magneteisen bezeichnend. —

Da auch an manchen anderen Lagerstätten Glaukonit in engster Verwachsung mit schwarzer Substanz vorkommt, ist es, trotzdem kein weiteres Analysenmaterial der Doss'schen Proben zur Verfügung steht, möglich, die Natur der letzteren einwandfrei zu klären.

Allerdings ist es auch bei diesen Vorkommen vielfach schwer, einwandfrei festzustellen, ob es sich wirklich bei dieser schwarzen Substanz stets um Magneteisen handelt, da häufig Pyrit zusammen mit Magneteisen in innigster Verwachsung auftritt. Zu einer erneuten Nachprüfung auf die Natur der schwarzen Substanz benützte ich Glaukonitkörner vom Strande von Tenkitten. Diese sind äußerlich fast durchweg schwarz gefärbt und im Dünnschliffpräparat sind sie vielfach ganz durchsetzt mit schwarzer Substanz, so daß sie teilweise opak erscheinen. Zum Zwecke der chemischen Analyse vollkommen reines Material zu erhalten, ist wegen der Kleinheit der einzelnen Aggregate und der innigen Verwachsung mit Glaukonit nicht möglich. Da bei dem fein gepulverten, stark magnetischen Material die Probe auf Schwefel negatives Resultat ergab, ist die schwarze Substanz nur als Magneteisen zu betrachten, und damit ist auch die von Doss neu eingeführte Bezeichnung Melnikowit zu streichen.

In der Glaukonitliteratur finden sich vielfach Hinweise auf das Vorkommen von Magneteisen in glaukonitführenden Sedimenten. Anläßlich der Besprechung einer von S. M. S. Gazelle gedretschten Meeresgrundprobe von der Agulhasbank erwähnt Gümbel[1] das Vorkommen von Magneteisen neben Glaukonit und Pyrit. „Zu den feinsten Bestandteilen des Sandes gehören kleinste schwarze Körperchen, welche von dem Magneten ausgezogen werden können, und unter dem Mikroskop teils als rundliche und unregelmäßig geformte Körperchen, teils als mit weißlichen und gelblichen durchsichtigen doppelbrechenden Mineralteilchen verwachsene Ausscheidungen sich zu erkennen geben. Es sind Magneteisenteile. Etwas größere schwarze eckige Körnchen lassen einen gelben metallischen Glanz erkennen und dürften als Schwefelkies zu deuten sein. Bei manchen Glaukonitkörnern läßt sich auch ein schwärzlicher, oft firnisartiger Überzug wahrnehmen. Das meist zu Klümpchen zusammengeballte oder zonenartig die Körnchen durchziehende oder am Rande abgelagerte schwarze Pulver verrät sich dadurch, daß es sich wenigstens teilweise aus der fein gepulverten Substanz mit dem Magnet ausziehen läßt und sich leicht in Salzsäure löst, als Magneteisen, während ein anderer Teil der schwarzen Partikelchen durch einen gelben Metallglanz sich als Schwefelkies zu erkennen gibt.“ An einem Dünnschliff durch eine Kalkkonkretion aus dieser Probe ist nach Gümbel an eingeschlossenen Glaukonitkörnern die Erscheinung zu beobachten, daß der Rand derselben, oft von einer Lage schwarzen Pulvers (Magneteisen, Schwefelkies) umsäumt wird, oder daß solche schwarze Teilchen, zonenweis und in unregelmäßigen Häufchen gruppiert, die Glaukonitmasse durchsetzen,

[1] C. W. v. Gümbel, Über die Natur und Bildungsweise des Glaukonits. Sitzungsber. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. 1886. Bd. 26.

wie es bei dem Serpentin vorzukommen pflegt. Weiter bemerkt er, daß auch manche Foraminiferenkammern mit schwarzem Pulver, sowohl mit Magneteisen als mit Schwefelkies, erfüllt sind.

Collet und Lee[1] erwähnen ebenfalls, daß sich Pyrit und Magneteisen zuweilen als Einschluß in rezenten Glaukonitkörnern finden. Den Pyrit beobachteten sie sowohl in Form von wohlausgebildeten Kristallen, als auch in Form eines in den Körnern fein verteilten Pulvers. Im letzteren Falle bemerken sie, daß es sehr schwer ist, im polarisierten Licht Pyrit von Magneteisen zu unterscheiden, und daß sie sich zu diesem Zweck des verschiedenen Verhaltens beider Mineralien gegen Salzsäure bedienten. Sie betonen, daß das Magneteisen nie in wohlausgebildeter Kristallform auftritt, sondern in allen von ihnen untersuchten Proben stets kleine unförmige Häufchen bildet. Auch bei fossilen Glaukonitvorkommen wird vielfach das Auftreten von Pyrit und Magneteisen zusammen mit Glaukonit erwähnt. So weist Cayeux[2] in den von ihm untersuchten cretaceischen und tertiären Sedimenten Nordfrankreichs darauf hin, daß manche Glaukonitkörner Einschlüsse von Pyrit und Magneteisen aufweisen, den Pyrit meist in Form wohlausgebildeter Kristalle und das Magneteisen in Form unregelmäßiger Anhäufungen. Er erwähnt auch einen Fall, in dem ein Pyritkorn ganz von Magneteisen eingehüllt wird. In den mir zur Untersuchung dienenden glaukonitischen Proben verschiedenster fossiler Vorkommen beobachtete ich bei einzelnen das vollständige Fehlen von Pyrit und Magneteisen sowohl als Einschluß wie als begleitende Mineralien, während in anderen Proben bald beide, bald nur das eine oder andere Mineral mehr oder weniger häufig vorkommt. Es ist dies wohl nur auf lokale Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Schlicks zurückzuführen. Damit erklärt sich auch die von Collet und Lee als auffallend bezeichnete Beobachtung, daß in den von ihnen untersuchten rezenten glaukonitischen Grundproben die Einschlüsse von Magnetit und Pyrit in Glaukonitkörnern seltener sind, als in den ihnen vorliegenden fossilen Körnern. In meinen „Untersuchungen über Glaukonit“[3] habe ich ebenfalls auf die Verwachsung von Glaukonit und Magneteisen verwiesen. Die dunkelgraue bis schwarze Farbe mancher Glaukonitkörner ist fast stets auf reichliche Beimengung von Magneteisen zurückzuführen; ebenso auch die dunkle Farbe mancher Chamositoolithe, wie z. B. der von Schmiedefeld. Die Glaukonitkörner enthalten Einschlüsse von staubförmigen kleinen mehr oder weniger rundlichen, traubigen

---

[1] L. W. Collet et G. W. Lee, Note sur la glauconie. Proc. Roy. Soc. Edinburg, Bd. XXV. 1905.

[2] L. Cayeux, Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Lille 1897.

[3] K. C. Berz, Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein.-geol. Ver. N. F. Bd. X.

Stäbchen und spießförmigen Teilchen, welche vereinzelt oder zu größeren Häufchen gruppiert auftreten. Zuweilen finden sich diese Einschlüsse im Zentrum des Korns, bei anderen Körnern mehr in den randlichen Partien, oder aber sie durchsetzen das Korn ganz unregelmäßig. Manche Körner sind so stark durchsetzt mit Magneteisen, daß sie opak erscheinen; nur bei stärkster Vergrößerung schimmert an einzelnen Stellen die grüne Substanz durch. Mit denselben Verwachsungserscheinungen findet sich auch die schwarze Substanz in manchen aus Chamosit bestehenden grünen Körnern und Oolithen. Bei den grünen Oolithen mit schaliger Struktur ist mitunter das staubförmig auftretende Magneteisen in einzelnen Schalenzonen so stark angehäuft, daß diese teilweise opak erscheinen. Beispielsweise ist dies der Fall in einzelnen Lagen des oolithischen Chamosits von Schmiedefeld in Thüringen. In metamorph beeinflußten Chamositgesteinen finden sich neben diesem in Stäubchen und Häufchen auftretenden Magneteisen Magnetit in oft sehr scharfen Kristallen. Bei diesen handelt es sich jedoch zweifellos um sekundäre Bildungen. Vielfach liegen nämlich diese Kristalle nicht nur innerhalb des Oolithkerns, sondern durchragen noch verschiedene Schalenzonen, oder aber liegen sie in diesen, und zwar derart, daß an der Einlagerungsstelle die konzentrisch-schalige Struktur nur unterbrochen ist, so daß sie deutlich als erst nachträglich gebildete Fremdkörper in den Oolithen erscheinen. In ähnlicher Weise wie in den grünen Oolithen sowohl unregelmäßig verteilt im Innern als angereichert in einzelnen Schalenzonen findet sich häufig auch Magneteisen in Kalkoolithen eingelagert. Mitunter werden die Glaukonitkörner sowie auch andere begleitende Mineralfragmente von einer meist äußerst dünnen, von fleckenartig auftretenden oder regelmäßig das Korn umsäumenden Zone von Magneteisen eingehüllt. Bei stärkster Vergrößerung ist dann deutlich zu ersehen, daß dies kein einheitlicher Saum ist, sondern das Ganze aus einem Haufwerk kleinster trauben- und stäbchenförmiger Teilchen besteht. Vielfach wurde bei früheren Untersuchungen das Auftreten dieser schwarzen Säume bei Glaukonit- und Chamositkörnern als Zeichen einer beginnenden Zersetzung derselben betrachtet. Gegen diese Auffassung spricht jedoch die Tatsache, daß sich diese schwarze Zone selbst bei vollkommen frischem Material findet und außerdem sich die Zersetzung bei allen diesen Substanzen mit glaukonitartiger Natur allgemein mit dem Auftreten einer Braunfärbung äußert. Häufig sind in marinen Sedimenten einzelne Kammern oder auch sämtliche Hohlräume von Foraminiferenschalen mit Magneteisen erfüllt. Murray[1] weist vielfach auf die schwarze Füllung von Foraminiferengehäusen in rezenten Grundproben hin. Auch

[1] J. Murray et Renard, Report on Deep Sea Deposits based on the specimens collected during the voyage of H. M. S. Challenger. London 1890.

in manchen alpinen Nummulitenkalken beobachtete ich, daß häufig einzelne Kammern Magneteisen enthalten. Fragmente größerer Organismenschalen zeigen vielfach schwarze krustenartige Flecken. Außerdem sind auch die feinsten Poren der Prismenschicht mitunter mit Magneteisen erfüllt. So weist Doss auf schwarze krustenförmige Überzüge auf Cardien und *Mactra* in den eingangs erwähnten Tonen hin[1]. In Sandsteinen findet sich ebenfalls mitunter in den feinsten Rissen der Quarze und Glimmer schwarze Substanz. Auch in dem Bindemittel bezw. der Zwischenmasse mariner Sand- und Oolithgesteine findet sich Magneteisen in Form feinster Bestäubung und kleinerer Flecken. Ebenso tritt es auch so in unregelmäßiger Verteilung in Tonen und Kalken auf und kann bei diesen eine dunklere Färbung bewirken. Vielfach findet sich das Magneteisen jedoch in diesen in schlierenartig durchziehenden, parallel oder schlängelnd verlaufenden Zügen in recht dichter Aneinanderdrängung angereichert und bewirkt so eine dunkle, streifenförmig auftretende Flammung mancher Tone und Kalke.

Andrée weist in der „Geologie des Meeresbodens“[2] vielfach auf das Vorkommen von Magneteisen in marinen Sedimenten hin, spricht sich aber über dessen Ursprung nicht weiter aus. Gümbel schreibt bei Erwähnung des Magneteisenvorkommens in der Grundprobe von der Agulhasbank: „Es sind Magneteisenteile, wie sie so häufig in Verbindung mit vulkanischen Mineralien in Tiefseeablagerungen vorzukommen pflegen, und wohl von vulkanischer Asche abstammen.“ Sehr wahrscheinlich ist, daß sich in den marinen Sedimenten, die von vulkanischem Material abstammen, Magneteisen, das von vulkanischen Gesteinen herrührt, findet, nur müssen dann auch gleichzeitig andere für vulkanisches Material typische Mineralien vorhanden sein. Außerdem wäre zu vermuten, daß das von vulkanischem Gestein abstammende Magneteisen in Form von Kristallen bezw. abgerollten Körnern vorkommt. Bei Gelegenheit der Besprechung der Bildung der Chamositablagerungen wird vielfach auch die Entstehung des in engster Verwachsung mit Chamositkörnern auftretenden „staubförmig“ verteilten Magneteisens besprochen. Es wird entweder als Produkt sekundärer Umwandlung[3]

[1] Nicht als Eisensulfidhydrat, wie M. Sidorenko annimmt, sondern als Magneteisen muß der schwarze Überzug auf aus dem Odessaer Hadschibey Liman und dessen jüngsten Nehrungen stammenden Muscheln, Säugetierknochen und Geröllen gedeutet werden, welcher nach 3jährigem Lagern des Materials in der Sammlung unzersetzt erhalten blieb. (Petrographische Daten über die gegenwärtigen Ablagerungen im Liman von Hadschibey etc. Mémoires soc. nat. de la Nouvelle Russie. Odessa. 24. 1901. Heft 1.)

[2] Karl Andrée, Geologie des Meeresbodens. Leipzig 1920.

[3] In diesem Zusammenhang sei auch auf folgende Feststellungen G. Berg's verwiesen, welche dieser jüngst in der Arbeit: „Über die Struktur und Entstehung der Lothringischen Minetteerze“, Zeitschr. d.

bereits vorhandener Eisenmineralien betrachtet, oder auch als infolge dynamometamorpher Einwirkungen entstanden erklärt. Das Vorkommen des Magneteisens als Füllmasse von Foraminiferengehäusen und als Ausfüllung der feinsten Poren von Organismenschalen, in die es nur in gelöster Form gelangt sein kann, spricht gegen die Gümbel'sche Deutung und macht es augenscheinlich, daß dieses Magneteisen wirklich in situ im Meer gebildet wurde. Weiterhin spricht dafür auch die innige Verwachsung mit ebenfalls in situ neu gebildeten Substanzen wie Glaukonit und Calcit. Daß auch in der Gegenwart noch im Meer Magneteisen gebildet wird, beweist dessen Auftreten als Füllmasse von rezenten Foraminiferenschalen und als Einschluß in rezenten Glaukonitkörnern.

Das in älteren wie in rezenten Sedimenten sich findende Magneteisen ist sehr wahrscheinlich kristallin, denn im reflektierten Licht ist derselbe bläulich schimmernde metallartige Glanz wahrnehmbar, wie auf der natürlichen oder angeschliffenen Oberfläche im Reflexbilde des kristallisierten Magneteisens. Die Farbe des Magneteisens ist eisen- bis bläulich-schwarz. Vom Pyrit ist es im Dünnschliff meist nur dadurch zu unterscheiden, daß es beim Abblenden in durchfallendem Licht schwärzliche Färbung zeigt, während der Pyrit gelblich gefärbt erscheint; doch lassen sich diese Unterschiede infolge der Kleinheit der Gebilde vielfach nicht einwandfrei feststellen. Wenn ich auch die Deutung des Magneteisens als Melnikowit ablehnen muß, so stimme ich doch der Doss'schen Annahme, daß diese schwarze Substanz kolloidaler Entstehung ist, vollkommen zu. Das Fehlen einer ausgesprochenen Kristallform, dagegen das Vorkommen in Form von mehr oder weniger rundlichen Gebilden bis herab zum feinsten Stäubchen spricht deutlich für die ursprüngliche Gelnatur. Gegenüber dem ebenfalls kolloidal gebildeten Glaukonit ist auffallend, daß das Magneteisen nur allerkleinste Körperchen, nie jedoch größere Klumpen bildet.

Es ist naheliegend, die dunkle Färbung des Blauschlicks und mancher terrigener Kalkgesteine nicht nur auf die Anwesenheit organischer Substanz und auf fein verteiltes Schwefeleisen zurückzuführen, sondern hauptsächlich auch auf das Vorhandensein von Magneteisen. Die Challenger-Analysen von Grundproben des Blau-

deutsch. geol. Ges. Bd. 73, veröffentlicht hat. „Der Magnetit bildet auf dieser Lagerstätte vorwaltend scharfe, ringsum ausgebildete Oktaeder, die höchstens an ihren Ecken zu kurzen dendritähnlichen Kristallreihen aneinandergewachsen sind. Er findet sich nur in den Eisensilikatrinden, die die Zwickel zwischen den Oolithkörnern auskleiden, und scheint sich auf Kosten dieses Silikates zu bilden, denn mit der Zunahme des Magnetites ist stets eine Abnahme des Silikates verbunden." Berg schließt, daß die Magnetitbildung in diesem Falle eine rein sekundäre Erscheinung ist, und betrachtet den Magnetit als eine diagenetische Neubildung im Eisensilikatgel.

schlamms weisen einen verhältnismäßig geringen Prozentsatz von organischer Substanz auf. Und bei Analysen von sedimentären marin gebildeten Tonen fehlt organische Substanz meist vollständig. Noch auffallender ist der verschwindende Anteil des Schwefels in diesen Analysen. Wenn die Dunkelfärbung des Schlicks, wie allgemein angenommen wird, hauptsächlich auf die Anwesenheit von Pyrit zurückzuführen wäre, so müßte im Verhältnis zum Eisengehalt der Analyse bedeutend mehr Schwefel im Schlick enthalten sein. Auch beim Studium von zahlreichen Dünnschliffen von marin gebildeten Kalken, Sandsteinen und Tonen konnte ich feststellen, daß diese vielfach mehr oder weniger reichlich Magneteisen enthalten, während der Pyrit im allgemeinen selten ist, oder auch völlig fehlt und wenn er vorhanden ist, dann meist in Form größerer Individuen auftritt als das Magneteisen. Der Vorgang der Bildung des Magneteisens im Meer ist entweder so zu erklären, daß das Ferrioxyd bezw. Hydroxyd des Schlicks bei der Zersetzung der organischen Substanzen direkt zu Magneteisen reduziert wird, oder aber, daß sich erst Ferrooxyd bildet und das Magneteisen dann als Fällung aus Lösungen bezw. aus gemengten Gels von Ferri- und Ferro-Oxyd gebildet wird. Für die letztere Annahme spricht das Ergebnis des von Stremme[1] erwähnten Versuchs Hilpert's, der aus äquimolekularen Mengen von gelöstem Eisenoxydul- und Eisenoxydsalz ein schwarzes Pulver von Fe_3O_4 ausfällen konnte, das in feiner Verteilung braun ist.

Wie verschiedene Analysen von See- und Flußschlick zeigen, findet sich in diesen sowohl zwei- als auch dreiwertiges Eisen, es ist daher sehr wahrscheinlich, daß sich auch im Süßwasser Magneteisen bildet.

Als Schlußfolgerung ergibt sich, daß die schwarze Substanz, welche sich in Form von Stäbchen und unregelmäßig begrenzten Klümpchen in marinen Tonen, Sanden und Kalken sowie in glaukonit- und chamositführenden Sedimenten findet, Magneteisen ist. Dieses bildet sich noch heute im Meer und zwar als Kolloid. Die von Doss, der diese Substanz irrtümlicherweise für ein Eisenbisulfid hielt, hiefür eingeführte Bezeichnung Melnikowit ist zu streichen.

[1] H. Stremme, Zur Kenntnis der wasserhaltigen und wasserfreien Eisenoxydbildungen in den Sedimentgesteinen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 18. Jahrg. 1910.

Bemerkungen zu O. H. Schindewolfs „Versuch einer Paläogeographie des Europäischen Oberdevonmeeres".

Von **Werner Paeckelmann.**

In den Abhandlungen der Deutschen Geologischen Gesellschaft ist kürzlich eine von der Marburger philosophischen Fakultät gekrönte Preisschrift von O. H. Schindewolf, Versuch einer Paläogeographie des Europäischen Oberdevonmeeres, veröffentlicht worden.

Diese umfangreiche Arbeit bringt eine Übersicht über die Stratigraphie der wichtigsten bisher bekannten Oberdevonvorkommen Europas; besonders ausführlich werden die Rheinischen und Thüringer Vorkommen behandelt. In vier Übersichtstabellen werden die stratigraphischen Ergebnisse zusammengestellt. In einer Kartenskizze im Maßstabe 1 : 12 Millionen hat Schindewolf seine Ansichten über die Verteilung von Land und Meer zur Oberdevonzeit niedergelegt; auf dieser Karte kommt der große „Nordatlantische Kontinent" in der allgemeinen üblichen Auffassung zur Darstellung; im Süden dieses Kontinentes zeichnet Schindewolf, z. T. in Anlehnung an Anschauungen seines Lehrers Wedekind, vier große Inseln ein, die „Alemannische Insel" im Herzen von Mitteleuropa, die „Podolische Insel" und zwei Inseln im Uralischen Meere.

Die Arbeit ist weniger das, was ihre Überschrift sagt, als vielmehr in erster Linie eine Untersuchung der Frage, ob die von R. Wedekind aufgestellte und durch Schindewolf etwas erweiterte Zonengliederung des Rheinischen Oberdevons auch auf weitere Gebiete allgemeine Anwendbarkeit besitzt, oder nicht. Nach den Ausführungen Schindewolf's soll sich nun diese Gliederung überall aufs glänzendste bestätigen. Die bisher bekannten Oberdevonprofile werden im Sinne Wedekind's umgedeutet und führen Sch. zu paläogeographischen Betrachtungen, die allerdings nur als erster, tastender Versuch aufgefaßt werden. Für eine Paläogeographie wäre es aber nötig gewesen, die Eigenart des Oberdevonmeeres durch Vergleich mit den Meeren der vorhergehenden und der nachfolgenden Zeit festzustellen. Über das Mitteldevon ist nichts gesagt, und das ältere Untercarbon wird zugunsten einer Transgression der Visé-Stufe auch da übergangen, wo es Herrn Sch. bekannt sein müßte (Hof!). Einer Hypothese von Wedekind entsprechend wird im jüngeren Oberdevon eine „Transgression des Fossley" angenommen und in die stratigraphischen Tabellen eingezeichnet; dies wäre für die geographischen Veränderungen während des Oberdevons das zentrale Ereignis; aber Herr Sch. hat weder die Grundlagen dieser Hypothese geprüft, noch irgend etwas zu ihrer Stütze beigebracht. Der Leser glaubt, daß die eingehenden stratigraphischen Erörterungen dazu dienen

sollen, die Zeit des Oberdevons für den vorgesetzten paläogeographischen Zweck zu gliedern, aber trotzdem erscheint das Oberdevon als Einheit, von Veränderungen während dieser Zeit ist nicht die Rede.

Wenn ich mir gestatte, zu einigen Punkten der Arbeit Stellung zu nehmen, so geschieht das nicht, weil auch meine eigenen Arbeiten über das Oberdevon des Bergischen Landes z. T. umgedeutet werden, sondern vor allem, weil die Wahrscheinlichkeit besteht, daß die zusammenfassenden Ausführungen Schindewolf's in die weitere, allgemeinere Literatur und in Lehrbücher Eingang finden werden.

An anderer Stelle[1] habe ich bereits darauf hingewiesen, daß das Gliederungsschema Wedekind's selbst für das Rheinische Schiefergebirge, für das es zunächst aufgestellt wurde, noch sehr der kritischen Nachprüfung bedarf, weil es mehrfach nicht mit den Tatsachen in Einklang zu bringen ist. Um so vorsichtiger müssen wir naturgemäß sein, wenn wir mit Schindewolf dieselbe Gliederung auf weit entfernte Gebiete übertragen wollen.

Der Wert der vorliegenden Arbeit liegt meiner Ansicht nach in erster Linie in der übersichtlichen Zusammenstellung der wichtigsten Oberdevonprofile Europas, ferner in der Neubearbeitung zahlreicher älterer Fossilsuiten; doch wird man erst nach Erscheinen der angekündigten „Ammoneenfauna von Hof“ über den Wert der mitgeteilten Fossillisten urteilen können. Klar scheint mir aus der Arbeit hervorzugehen, daß sich die Zonenfolge der Stufen I—III (z. T. auch IV) des Gliederungsschemas Wedekind's im großen ganzen allgemein durchführen lassen wird. Das sind Ergebnisse der Arbeit, die auch durch die folgenden kritischen Betrachtungen nicht geschmälert werden sollen. —

Schindewolf gelangt durch seine stratigraphischen Umdeutungen der Oberdevonprofile zu der schon früher kurz von Wedekind geäußerten Ansicht einer allgemeinen Transgression des Europäischen Culms. Nach den Angaben, die wir in der Arbeit Schindewolf's über diese Frage finden, müßte es sich um eine Transgression handeln, die, da sie allgemein in ganz Europa zu beobachten sein soll, von der allergrößten Bedeutung wäre.

Schon E. Suess hat sich für die Annahme einer weit verbreiteten Culmtransgression ausgesprochen[2]; Frech ist dieser Ansicht entgegengetreten[3], und es erübrigt sich, seine Gründe hier zu wiederholen. Mit aller Klarheit weist Frech[4] auf die wichtige Tatsache hin, daß die Sedimente des Culms in ihrer großen Masse (also die Posidonienschiefer und Grauwacken) ausgesprochen auf

[1] Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1921. Monatsber. p. 40.
[2] Antlitz der Erde. II. p. 313—319.
[3] Lethaea palaeozoica. p. 394—98, 321, 302.
[4] dgl. E. Kayser, Formationskunde. 5. Aufl. p. 210.

eine Verflachung des Untercarbonmeeres hinweisen, die Frech wohl mit Recht auf eine Aufwölbung des Meeresgrundes in Verbindung mit dem Beginn der varistischen Gebirgsbildung zurückführt. Auch die — im großen betrachtet — unbedeutenden kalkigen und kieseligen Absätze mit Cephalopoden und Radiolarien dürften an dieser Auffassung Frech's wenig ändern, da wir selbstverständlich im Bereiche der Geosynklinale zur Zeit der sich vorbereitenden Auffaltung des varistischen Gebirges mit erheblichen Oszillationen der Küste rechnen müssen; ich persönlich stehe zu dem heute auf dem Standpunkt, daß auch die Ablagerung der Culmkalke, Kieselschiefer usw. nicht in erheblich größerer Tiefe erfolgte, als die der klastischen Culmsedimente, da wir z. B. in den kieseligen Posidonienschiefern neben zahlreichen Cephalopoden vorzüglich erhaltene Pteridophyten finden, die unmöglich weit oder in größere Meerestiefen transportiert sein können.

Wenn ich eine allgemeine und einheitliche Culmtransgression (im Sinne Schindewolf's) glaube ablehnen zu müssen, so steht doch andrerseits fest, daß sich lokal Untercarbon (und zwar nicht nur in der Culm-Fazies) in übergreifender Lagerung befindet. Das Vordringen des Meeres in das Old Red-Gebiet Englands ist bekannt; aber auch hier handelt es sich doch nur um relativ geringfügige Strandverschiebungen, ohne daß es zu Diskordanzen kam. Am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges liegt bei Warstein lokal das Untercarbon (und zwar die Étroeungt-Stufe) diskordant über steil aufgefalteten Adorfer Kalken[1]; an der Dill liegt Culmkieselschiefer lokal — wie ich einer freundlichen brieflichen Mitteilung meines verehrten Lehrers E. Kayser entnehme — unmittelbar über mitteldevonischen Tentaculitenschiefern; in benachbarten Profilen aber findet man von derartigem Übergreifen keine Spur. Im Harz hat Beushausen ähnliche Beobachtungen gemacht[2]; auch hier kam Beushausen zu der Überzeugung, daß in einzelnen Profilen keine Sedimentationsunterbrechung zwischen Oberdevon und Culm vorhanden sei, während in benachbarten Profilen Schichtlücken nachzuweisen seien. In Thüringen und Franken scheinen ebenfalls ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. E. Zimmermann, der beste Kenner Ostthüringens, steht auf dem Standpunkt, daß die culmischen Rußschiefer ohne Schichtlücke normal über den jungoberdevonischen Sedimenten liegen; bei Saalfeld konnte ich mich jüngst von der Richtigkeit dieser Auffassung überzeugen. In Franken haben wir ebenfalls jüngstes Oberdevon, wie aus Schindewolf's Untersuchungen bei Hof hervorgeht; andrerseits ist tiefes Untercarbon in Form fossilführender Schiefer (Geigen, Zeulenroda usw.) bekannt, die sich,

[1] Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1921. Monatsber. p. 45; Jahrb. Preuß. Geol. L.-Anstalt. 1920. p. 310—12.

[2] Oberharz. p. 196—197 (Abh. Geol. L.-Anst. N. F. Heft 30).

soweit ich die Aufschlüsse kenne, ohne erkennbare Lücke dem Oberdevon auflegen. Da jüngstes Oberdevon und ältestes Untercarbon in Franken vorhanden sind, kann man dort doch nicht von einer allgemeinen Culmtransgression sprechen! Unverständlich ist mir auch, wie Schindewolf, dem gerade die Gegend von Hof besonders bekannt ist, (p. 174) sagen kann, daß dort „in völliger Übereinstimmung mit dem Culm des Rheinischen Schiefergebirges“ der Culm ein jüngeres Lager einnehme als der Kohlenkalk; wir wissen seit Gümbel, daß in Oberfranken der Kohlenkalk Einlagerungen in culmischen Gesteinen bildet; ich verweise nur auf das Profil im Steinbruch bei Lippertsgrün und an die schönen Profile der Eisenbahneinschnitte bei Döbra. Aus den Arbeiten von Felsch[1] geht ferner hervor, daß die Kohlenkalkvorkommen der Gegend von Hof verschiedene Lagen im Unteren Culm einnehmen. — Es ist andrerseits lange bekannt, daß es auch in Franken lokale Transgressionsbildungen im Untercarbon gibt, die aber zeitlich durchaus nicht mit den lokalen Transgressionen untercarbonischer Schichten z. B. bei Warstein oder an der Dill gleichzusetzen sind. Ich selbst hatte Gelegenheit, kürzlich zwischen Plauen und Ölsnitz einen vorzüglichen Aufschluß mit transgredierendem Culm zu beobachten: am Bahnwärterhaus n.w. Magwitz stehen am steilen Gehänge oberdevonische Kalkknollenschiefer an, die nach oben in flasrige Knotenkalke mit etwa 25° östlichem Einfallen übergehen; sie werden deutlich diskordant, mit unebener Transgressionsfläche, vom culmischen Wurstkonglomerat Gümbel's[2] überlagert, das mit etwa 45° nach SO einfällt. Nicht ganz 4 km weiter nördlich kann man nun dasselbe, sehr grobe Konglomerat an der Höhe 451,7 bei Kürbitz[3] im unmittelbaren Hangenden des Kohlenkalkes beobachten! Daraus ergibt sich, daß die „Transgression“ des Wurstkonglomerates also erst nach Ablagerung des Kohlenkalkes erfolgte. Die außerordentlich großen Gerölle des Konglomerates können unmöglich weit (d. h. vom Nordatlantischen Kontinent bezw. von der hypothetischen Alemannischen Insel) hertransportiert worden sein; wir müssen vielmehr annehmen, daß die Konglomerate von einer Brandungserosion herrühren, durch welche Unebenheiten des Meeresbodens oder kleine Inseln, die durch lokale Faltungsvorgänge entstanden waren, wieder ausgeglichen wurden. Wenn auch über den genannten Konglomeraten noch wieder jüngere Culmschiefer liegen, oft mit weiteren Konglomeratlagen, so sagt auch das nur, daß der allgemeine Rückzug des

[1] Felsch, Die Schichtenfolge des unteren Culms in der Umgegend des Münchberger Gneismassivs. Dissert. Jena 1911.

[2] Vgl. E. Weise, Erläuterungen zur geol. Spezialkarte von Sachsen, Sektion Plauen—Ölsnitz. 2. Aufl. 1897. p. 14.

[3] Sächs. Meßtischblatt Plauen.

Untercarbonmeeres mit Oszillationen verbunden war, oder daß der nahenden varistischen Hauptfaltung zunächst lokale Faltungsvorgänge vorausgingen.

Wenn ich mich nun frage, durch welche Gründe Wedekind und Schindewolf zu der Annahme einer allgemeinen Transgression des Culms geführt wurden, so scheint mir dafür folgendes in Betracht zu kommen:

1. Überschätzung der „biostratigraphischen" Methode. Die Richtigkeit, zum mindesten aber die allgemeine Anwendbarkeit der biostratigraphischen Methode Wedekind's ist noch in keiner Weise erwiesen. Ganz abgesehen davon, daß die Fassung der Genera und ihre Ableitung, worauf die „Stufen" gegründet sind, nur unsere gegenwärtige Kenntnis ausdrückt und umgeworfen werden kann [1], scheinen mir vor allem schon die Leitsätze, die Wedekind in seinen „Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie" (p. 2) aufstellt, anfechtbar zu sein; sie vernachlässigen m. E. die außerordentlich verwickelten und ungeheuer wechselvollen Lebens- und Umbildungsverhältnisse der Organismen [2].

2. Die Zonenfolge des jüngsten Oberdevons bedarf noch sehr eingehender Prüfung. Ich habe bereits a. a. O. [3] auf die große Unsicherheit hingewiesen, die bezüglich der Richtigkeit der Stufen V—VI Wedekind's, bezw. V—VII Schindewolf's besteht. Da sich über die Gliederung dieser Gonioclymenien-Schichten eine eingehende Arbeit von Herrn H. Schmidt im Druck befindet, will ich hier darauf im einzelnen nicht eingehen. Es sei nur noch einmal auf die völlig irrige Eingliederung des Fossley-Horizontes Wedekind's im Sauerlande hingewiesen; der Fossley liegt nämlich nicht an der Basis der Wocklumer Schichten, ist also auch kein Äquivalent der *Gattendorfia*-Stufe Schindewolf's, sondern liegt unter den *annulata*-Schichten, ist also ein fazieller Vertreter der Enkeberger Kalke und liegt konkordant über *Cheiloceras*-Schichten. Die weittragenden Folgen dieser irrigen Eingliederung des Fossleys werden besonders klar, wenn man den Bemerkungen Schindewolf's über Fossley-Äquivalente in andern Gegenden und den sich daraus ergebenden paläogeographischen Schlußfolgerungen nachgeht. Wenn z. B. die roten und grünen „Fossley-Schiefer" mit Einlagerungen

[1] Vgl. z. B. H. Schmidt, dies. Centralbl. 1921. p. 543. wo die Abstammung des *Postprolobites* von *Prolobites* bezweifelt wird. *Prolobites* wird zu den Magnosellaridae Hyatt, *Phenacoceras*. *Gattendorfia* und *Wocklumeria* zu den Prolecanitidae Hyatt gestellt. *Postprolobites* Wdk. wird mit *Aganides* Montf. vereinigt. — Das Auftreten von *Postprolobites* in der *Gattendorfia*-Stufe von Schleiz, das Schindewolf (p. 173) anführt, hätte auch Herrn Sch. zur Kritik der Methode Wedekind's führen müssen.

[2] Vgl. auch die Kritik bei Kühn, Der Wert der Variationsstatistik. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg. 22. Bd. 2. Heft. 1920. p. 50 ff.

[3] Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1921. Monatsber. p. 40 ff.

von „Pönsandstein“, die Sch. in der Nähe des (p. 155—57 beschriebenen) Bickener Cephalopodenprofiles der Stufen I—VI aufgefunden hat, tatsächlich jünger sind als die benachbarten Cephalopodenkalke, so sind diese Schiefer eben kein Äquivalent des Sauerländischen „Fossleys“; sie würden vielmehr der petrographisch ganz ähnlichen Schichtenfolge der „Oberen Cypridinenschiefer“ des Bergischen [1] und seiner Äquivalente („Wocklumer Schichten“ Denckmann's) der Gegend von Letmathe und Iserlohn entsprechen. Wie vorsichtig man aber andrerseits mit einem derartigen petrographisch-stratigraphischen Vergleich sein muß, ergibt sich — um ein Beispiel unter vielen herauszugreifen — aus der Beobachtung, daß bei Weilburg die Kellwasserkalke (I δ) bereits von roten Schiefern unterlagert und von mächtigen, typischen roten Cypridinenschiefern zweifellos normal und lückenlos überlagert werden; Herr Kegel bestätigte mir diese Beobachtung ausdrücklich [2]. Die hangenden Cypridinenschiefer sind schichtweise bedeckt mit den Schälchen der für die Unteren Cypridinenschiefer des Bergischen und deren Äquivalente bei Nehden ungemein bezeichnenden Ostracoden *Entomis serratostriata* (Sdb.) und *Richterina elliptica* Pck., die nach meinen Erfahrungen im jüngsten Oberdevon durch andere Arten ersetzt werden; ich ersehe daraus eine Bestätigung der geologischen Beobachtung, daß die oberen roten Schiefer von Weilburg tatsächlich Äquivalente der auf I δ folgenden Unteren Cypridinenschiefer (II α) sind.

Wegen der Äquivalenz des Sauerländischen „Fossleys“ mit dem Enkeberger Kalk wird naturgemäß die Transgression des „Fossleys“ hinfällig, worauf ich früher schon hinwies. Dadurch kommen dann weiter eine Menge von Schwierigkeiten in Fortfall, weil man in den Oberdevonprofilen des Rheinischen Gebirges nicht mehr eine Lücke unter dem Fossley zu suchen braucht, die tatsächlich ja auch bisher nirgends durch geologische Beobachtung zu belegen war; auch wird man die Tuffbreccie von Amönau bei Marburg [3] nicht mehr als ein Konglomerat der „Fossley-Transgression“ anzusprechen haben, zumal auch Herr Schmierer auf Grund der Kartierung zu der alten Auffassung gekommen ist, daß es sich tatsächlich um eine Tuffbreccie handelt.

3. Völlig vernachlässigt werden von Schindewolf die faziellen Verhältnisse; ich glaube, wenn Herr Sch. einmal ein größeres Gebiet im Rheinischen Schiefergebirge kartiert hätte, würde er die Anschauungen von Henke, Fuchs und mir nicht so schroff ablehnen. Allein schon aus der irrigen Auffassung Sch.'s von der strati-

[1] Vgl. Paeckelmann, Oberdevon des Bergischen Landes. Abh. Preuß. Geol. L.-Anst. N. F. Heft 70. 1913.

[2] Vgl. auch Ahlburg, Erläuterungen zur geol. Karte, Blatt Weilburg. p. 39—40.

[3] Schindewolf, a. a. O. p. 155.

graphischen Lage des „Fossleys" ergibt sich, daß z. B. Fuchs und Henke das Fossley-Profil bei Iserlohn im Prinzip richtig gedeutet haben; die Annahme Schindewolf's (a. a. O. p. 147), daß der Fossley hier häufig durch Konglomerate ersetzt sei, ist irrig: die fraglichen Konglomerate sind vielmehr auf Grund ihrer Fauna tiefstes, lokal transgredierendes Untercarbon (Seiler-Fazies).

Ein Beispiel fazieller Vertretung von *Cheiloceras*-Schichten durch Fossley-artige Gesteine, die mit dem Sauerländischen „Fossley" im stratigraphischen Sinne Wedekind's nichts zu tun haben, wurde oben schon erwähnt. Gelegentlich wird übrigens auch von Schindewolf (nach dem Vorgang von Wedekind) angenommen, daß eine Schichtenfolge vom Charakter des Fossleys kein Fossley sei: bei den „Roten und Grünen Cypridinen- und Kalkknotenschiefern" des Bergischen[1]; aber hier handelt es sich aus Gründen, die ich a. a. O. bereits mehrfach[2] auseinandersetzte, gerade um ein tatsächliches Äquivalent des Sauerländischen Fossleys; zu einer anderen Auffassung kann man auf Grund der Kartierung der so überaus charakteristisch aufgebauten oberdevonischen Schichtenfolge der Blätter Iserlohn, Hohenlimburg, Hagen, Hattingen, Barmen und Elberfeld nicht kommen, oder man müßte überhaupt an jeder Gewinnung geologischer Erkenntnisse durch Naturbeobachtung zweifeln.

4. Von Schindewolf wird mitgeteilt, daß Wedekind und Brüning in Marburg zu dem Resultat gekommen seien, daß der Culm des Rheinischen Gebirges ein relativ hohes Lager innerhalb des Untercarbons, etwa der oberen Visé-Stufe entsprechend, einnehme (a. a. O. p. 149). Es ist lange bekannt, daß die Faunen des Culms im wesentlichen Visé-Alter haben; soweit sie Glyphioceraten enthalten, sind sie es sämtlich. Nun ist aber in Betracht zu ziehen, daß im Rheinischen Schiefergebirge — zum mindesten in den meisten Profilen — das Untercarbon nicht mit Culm, sondern mit Schiefern, Sandsteinen und Kalken der Étroeungt- und Tournai-Stufe beginnt. Ich erinnere an die Profile von Étroeungt, Aachen, Velbert, Warstein, Erdbach—Breitscheid. Daß andrerseits aber auch Culm (allerdings in seinen tiefsten, nicht fossilführenden Schichten) z. T. älter ist als die Visé-Stufe, geht daraus hervor, daß bei Barmen und Elberfeld typischer Kohlenkalk der Tournai-Stufe in einwandfreien Profilen von Kieselschiefern, Lyditen und Alaunschiefern unterlagert wird[3]. Wir haben hier also ähnliche Verhältnisse wie im Vogtlande. Wegen des Visé-Alters der Rheinischen

[1] Schindewolf, a. a. O. p. 145.

[2] Oberdevon des Bergischen Landes. 1913. p. 128 ff. — Jahrb. Geol. L.-A. 1920. II. p. 93—95. — Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1921. Monatsber. p. 42—43. — Über das Oberdevon und Untercarbon des Südflügels der Herzkamper Mulde auf Blatt Elberfeld. Jahrb. G. L.-A. 1921. Z. Zt. im Druck.

[3] Jahrb. G. L.-A. 1920. II. p. 97. Ferner die im gleichen Jahrb. 1921 erscheinende Elberfelder Arbeit.

Culmfaunen, die alle aus den Plattenkalken bezw. Posidonienschiefern stammen und eine relativ hohe Lage in den Culmprofilen einnehmen, auf eine Transgression des Culms zu schließen, dürfte danach unhaltbar sein. Wo im Rheinischen Gebirge das Untercarbon lokal transgrediert, wie bei Warstein [1] und im Seilergebiete bei Iserlohn, da transgrediert die Étroeungt-Stufe.

Auf p. 145 seiner Arbeit glaubt Schindewolf die von mir zur Étroeungt-Stufe gestellten Schichten vom „Haken“ bei Elberfeld als Äquivalente seiner *Gattendorfia*-Stufe ansehen zu können. Ich habe auf Grund neuer, umfassender, z. T. in Verbindung mit Herrn H. Schmidt angestellter Untersuchungen meine frühere Annahme stützen können und bereits darüber berichtet [2]. Äquivalente der Übergangsschichten von Étroeungt sind nunmehr am ganzen Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges und in der Attendorner Mulde unter dem Culm bezw. dem Kohlenkalk nachgewiesen. Ein Fund von *Phacops circumspectans* Pck., den Ahlburg in der Lahnmulde (Grube Waldhausen) machte, deutet ebenfalls, wie ich einem Briefwechsel zwischen den Herren R. Richter und H. Schmidt entnehme, auf die Möglichkeit hin, daß auch im Lahngebiet Étroeungt-Äquivalente zu erwarten sind; auf Grund der Kartierungsergebnisse der Herren Schmierer und Reich scheint auch für die Gegend von Biedenkopf und Laasphe die gleiche Annahme wahrscheinlich.

5. Wenn Herr Schindewolf bei der Besprechung des Aachener Profiles (p. 142) die Ansicht ausspricht, daß „in Analogie mit anderen Vorkommen aber wohl geschlossen werden darf, daß auch bei Aachen das Oberdevon nach oben zu kaum vollständig sein wird, und daß der darüber folgende Kohlenkalk wahrscheinlich in transgredierender Lagerung auftritt“, so ist eine derartige Schlußfolgerung unhaltbar. Ähnliche Folgerungen werden für den Velberter Sattel, Belgien, England usw. gezogen; überall wird eine Transgression in die Profile hineinkonstruiert. Ich kann nur annehmen, daß Herr Sch. die schönen Profile bei Avêsnes, Aachen, Ratingen usw. nicht gesehen hat; auch ihm würden die ganz allmählichen lithologischen und faunistischen Übergänge zwischen

[1] H. Schmidt, Jahrb. G. L.-A. 1920. p. 310—12.

[2] Jahrb. G. L.-A. 1921. — Vgl. ferner die genannte Arbeit von H. Schmidt und dessen im Druck befindliche Arbeit über die Gonioclymenien-Schichten. — Die Identifizierung meines *Aganides infracarbonicus* mit *Brancoceras* bezw. *Imitoceras Denckmanni* Wdk., die Schindewolf a. a. O. für wahrscheinlich hält, dürfte zutreffen. H. Schmidt ist früher bereits zu demselben Ergebnis gekommen; es handelt sich um eine Art, die H. Schmidt auch in andern Étroeungt-Profilen (und zwar nur in solchen) nachgewiesen hat; sie muß aber aus Prioritätsgründen nach wie vor als *infracarbonicus* bezeichnet werden. — Die Clymenien, die zusammen mit *Aganides infracarbonicus* vorkommen, gehören zu *Postclymenia* H. Schmidt und sind, wie H. Schmidt zeigen wird, bezeichnende Formen der Étroeungt-Stufe.

Oberdevon und tiefstem Carbon nicht entgangen sein. Es ist ein Unding, in diesen Schichtenfolgen einen Schnitt, eine Transgression zu suchen; auch die vielfach wechselnden Ansichten über die Grenzziehung zwischen Devon und Carbon in den genannten Gebieten bezeugen klar die Konkordanz.

Zum Schluß seien noch einige allgemeine Bemerkungen zur „Alemannischen Insel" gestattet. Ich will vorausschicken, daß ich diese Insel nicht für erwiesen halte, daß sie möglicherweise aber in irgend einer Form bestanden haben könnte. Auf voraussichtlich notwendige Korrekturen des angenommenen Umfanges der Insel hat Herr Sch. in der Erläuterung zu seiner Tafel VI bereits selbst hingewiesen. Sch. nimmt an, daß südlich vom Nordatlantischen Kontinent, zwischen dem Erzgebirge und Südwestengland, nur eine schmale Meeresverbindung bestanden habe; der Nordrand der Insel soll mehrere tiefe Buchten aufweisen. Hätte ein derartig schmaler Kanal tatsächlich bestanden, so müßten m. E. starke Strömungen vorhanden gewesen sein; es ist fast wahrscheinlich, daß dann ähnlich wie im heutigen Kanal der Meeresboden durch Strömungen blank gefegt worden wäre. Daß wir überhaupt mehr als bisher geschehen ist, mit Strömungen rechnen müssen, darauf deuten m. E. die gelegentlichen lokalen Schichtlücken im Oberdevon bei scheinbarer Konkordanz der Profile. Aber bei der von Sch. angenommenen Konfiguration der Landmassen wäre doch wohl mit viel häufigeren und verbreiteteren Schichtlücken zu rechnen.

Die Umrisse der Landmassen bestimmt Sch. vor allem nach dem Auftreten der Riffkalke im Oberen Mitteldevon und Unteren Oberdevon. Es ist aber m. E. durchaus nicht nötig, anzunehmen, daß diese Riffkalke nun alle unmittelbar eine Küste umsäumt haben; die Riffe des Lahn- und Dillgebietes z. B. verdanken ihre Entstehungsmöglichkeit doch wohl den vorausgegangenen starken Diabaseruptionen und Schalsteinbildungen; dadurch können geeignete Untiefen weit ab vom Kontinent entstanden sein.

Wir wissen gar nicht, ob nicht die alten Massive des Rheinischen Schiefergebirges ursprünglich auch mit oberdevonischen Sedimenten bedeckt gewesen sind; es scheint durchaus wahrscheinlich, daß einzelne Massive, wie z. B. der Siegerländer Block, in späterer Zeit aus ihrer Umgebung herausgehoben wurden; welche Sedimenthüllen dabei der Denudation zum Opfer gefallen sind, wissen wir nicht. Auch die von Denckmann angenommene präsideritische Faltung würde nicht gegen eine spätere Überdeckung mit oberdevonischen Sedimenten sprechen; auf eine solche spätere Meeresbedeckung weisen doch die Verhältnisse der Lahnmulde und — bis zu einem gewissen Grade auch — das Profil von Warstein hin.

Durchaus überflüssig erscheint mir die Annahme, wegen des Vorkommens bestimmter Gesteine, wie des Pönsandsteins, auf ein besonderes Herkunftsgebiet, in diesem Falle die Alemannische Insel,

schließen zu wollen. Die klastischen Oberdevonsedimente z. B. der Moskauer Gegend liegen unvergleichlich viel weiter vom Kontinent entfernt als die Pönsandsteine des Dillgebietes; warum sollen diese Sandsteine nicht vom Nordkontinent stammen, wo wir doch in den Kalksandsteinen des höheren Oberdevons am Nordrande des Schiefergebirges genau die gleichen Gesteine haben? Es handelt sich doch um Sedimente, die in eine Geosynklinale hineingeschwemmt wurden; der vielfache fazielle Wechsel der Rheinischen Sedimente weist darauf hin, daß das Einsinken der Geosynklinale nicht einheitlich erfolgte; die feinkörnige und ungemein gleichartige Ausbildung der Pönsandsteine zeigt außerdem an, daß sie durch Strömungen über weite Flächen verbreitet worden sind, die ebenso wie viele rezente Schelfsedimente weit von der Küste entfernt abgelagert sein können.

In der Nähe des Nordatlantischen Kontinentes kennen wir in England und im Ostseegebiet Wechsellagerungen zwischen Old Red und marinen Schichten. Wenn die große Alemannische Insel bestanden hat, muß sie doch unter ganz ähnlichen Verhältnissen bestanden haben, wie der Nordkontinent; warum finden wir dann an den Rändern dieser Insel keine ähnlichen Bildungen wie an der Old Red-Küste, sondern überall nur feinklastische Sedimente, z. B. in der Lahnmulde, die doch als schmale Bucht in unmittelbarer Nähe der Küste der Alemannischen Insel gelegen haben soll?

Wir wissen, daß in Mitteleuropa die Transgression des Mitteldevons im Oberdevon im allgemeinen weiter fortgeschritten ist; die Annahme einer Alemannischen Insel im Herzen des späteren Varistischen Gebirges würde aber gegen diese Erfahrung sprechen, da wir im Kern dieser hypothetischen Insel mehrfach Reste von marinem Oberen Mitteldevon kennen. Wie weit im Herzen Mitteleuropas jungdevonische Sedimente verborgen liegen, ist uns zudem ganz unbekannt.

Wenn wir naturgemäß zur Zeit des Oberdevons mit erheblichen Oszillationen der Nordatlantischen Küste und, infolge verschieden schnellen Einsinkens des Geosynklinalgebietes, gelegentlich vielleicht auch infolge lokaler Faltungsvorgänge als Vorläufer der varistischen Gebirgsbildung, mit vorübergehenden Trockenlegungen kleinerer Gebiete rechnen müssen, so glaube ich doch an der Annahme einer ausgedehnten, nur durch einen schmalen Kanal vom Nordkontinent getrennten „Alemannischen Insel“ zweifeln zu müssen; ich kann mir nicht vorstellen, daß das Geosynklinalgebiet, aus dem heraus sich das mächtige varistische Gebirge erhob, eine Form besessen hat, wie sie die Karte von Schindewolf zur Darstellung bringt.

Berlin, am 4. Mai 1922.

Eine fossile Miniatursalse und die Dutenmergelbildung.

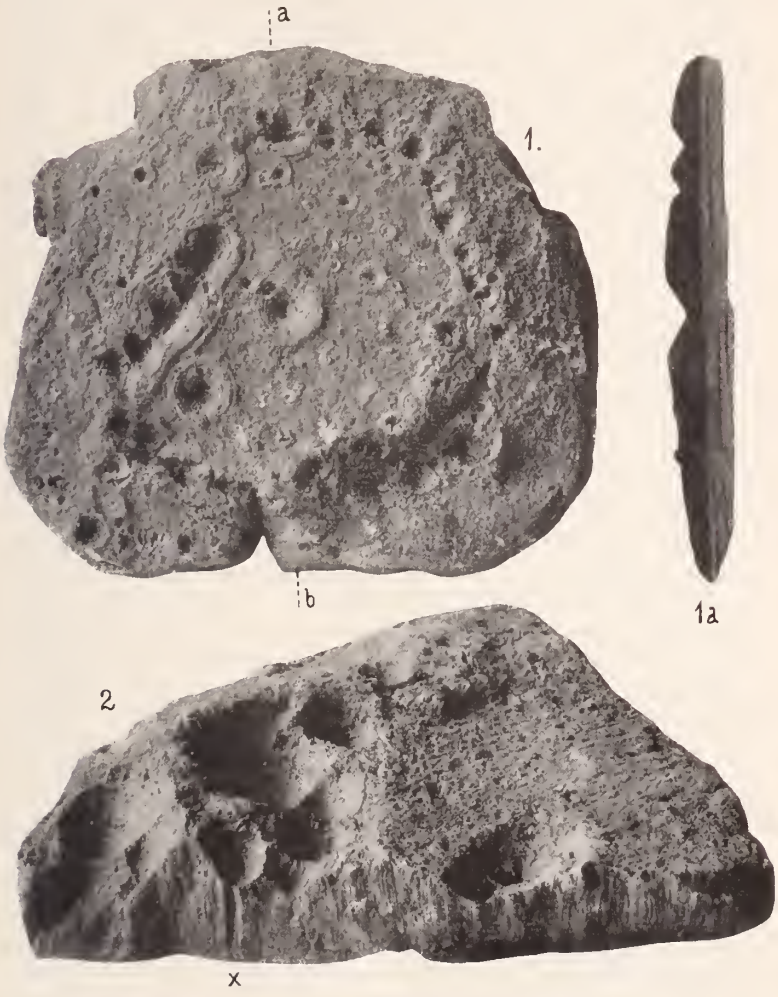
Von Prof. **A. Rzehak** in Brünn.

Mit 2 Textfiguren.

Die beiden hier zu beschreibenden Objekte stammen aus der unteren Kreide (Wernsdorfer Schichten) der ostmährischen Karpathen und liegen schon seit vielen Jahren in der geologischen Sammlung der deutschen technischen Hochschule in Brünn, ohne bisher jene Würdigung gefunden zu haben, die sie meiner Ansicht nach verdienen.

Das in Fig. 1 abgebildete Stück wurde bei Kozlowitz — in der Luftlinie etwa 6 km von Frankstadt entfernt — gefunden. Es hat die Form eines flachen Kuchens, dessen Rand an einzelnen Stellen etwas beschädigt ist; der Durchmesser schwankt von 34—38 cm, die größte Dicke beträgt rund 4 cm. Wie der in Fig. 1 a wiedergegebene Durchschnitt nach der Linie a—b erkennen läßt, sind deutlich zweierlei Lagen zu unterscheiden: eine untere (in der Figur etwas heller gehalten) mit ziemlich gut entwickelter Schichtung, und eine obere (in der Figur dunkler), die völlig schichtungslos und an der Oberfläche mit seichten, trichterförmigen Einsenkungen, hie und da auch mit kleinen, warzenähnlichen Erhöhungen (zwei solche treten auf dem Durchschnitt Fig. 1 a hervor) bedeckt ist. Die untere Gesteinslage ist ein schwarzer, fein verteilten Quarz und Ton enthaltender, ziemlich eisenreicher Kalkmergel, dessen dunkle Farbe von organischen Substanzen herrührt. Auf Kluftflächen sind Calcithäutchen oder feine Calcitdrusen zu sehen, aber auch auf Bruchflächen ist häufig die Spaltbarkeit des Calcits zu erkennen. Die Dichte des Gesteins bestimmte ich mittels der Schwarz'schen Wage zu 2,93. Beim Erhitzen vor dem Lötrohr färbt sich das Gestein rötlichgrau und schmilzt an den Kanten teilweise zu einer braunschwarzen Schlacke. Im Kölbchen gibt es etwas Wasser und anfangs schwach sauer, bei stärkerem Erhitzen jedoch basisch reagierende Dämpfe ab. Die schwach, aber immerhin deutlich sauere Reaktion der Dämpfe ist vermutlich auf Spuren von SO_2 zurückzuführen, welches aus dem hie und da in dem Gestein erkennbaren, sehr fein verteilten Eisenkies entstanden ist; die basisch reagierenden Dämpfe sind ohne Zweifel Zersetzungsprodukte der in dem Gestein enthaltenen organischen Substanzen. In kalter verdünnter Salzsäure löst sich nur ein Teil des gepulverten Gesteins unter Entwicklung von CO_2 auf; die Lösung ist gelb gefärbt und gibt mit Blutlaugensalz einen starken Niederschlag von Berlinerblau. Der ungelöste Rückstand besteht wesentlich aus feinen Quarzkörnern, die z. T. wasserhell und durchsichtig, zumeist jedoch durch organische Substanzen gelblich bis bräunlich gefärbt und nur durchscheinend sind.

Eine der oberen Lage entnommene Probe verhielt sich bei der Untersuchung im allgemeinen so wie die eben beschriebene, das Auftreten saurer Dämpfe beim Beginne des Erhitzens im Kölbchen wurde jedoch nicht beobachtet. Das Auffallendste an dem Stück



sind die zahlreichen, trichterförmigen Einsenkungen an der Oberfläche; die meisten derselben bilden einen geschlossenen, unregelmäßigen Ring, welcher ziemlich genau dem Umriß des Kuchens entspricht. Innerhalb des Ringes liegen zwei größere, schön ausgebildete, und einige kleinere Trichter, während außerhalb des Ringes die Trichterbildung sehr spärlich ist. Die Trichter sind

zumeist sehr seicht; der größte in der Mitte ist bei 4,5 cm Durchmesser bloß 0,9 cm tief, während ein anderer, der nur wenig über 3 cm Durchmesser besitzt, eine Tiefe von fast 1 cm erreicht.

Es läßt sich deutlich erkennen, daß die obere, mit Trichtern bedeckte Gesteinslage sich einst als schlammige, gasreiche Masse über die untere Schichte ergossen hat. Die Trichter sind durch das Aufplatzen der in dem offenbar sehr zähen Schlamm langsam aufsteigenden Gasblasen entstanden; durch das ruckweise Nachsinken der Schlammteilchen bildeten sich die konzentrischen Ringe an der Oberfläche der Trichter. Das Ganze muß, bevor es neuerdings mit Schlamm bedeckt wurde, ziemlich rasch erhärtet sein, sonst hätte sich die Oberflächenskulptur unmöglich so gut erhalten können; es hatte sich also wohl der Prozeß an einer trocken gelegten und längere Zeit trocken gebliebenen Stelle des schlammigen Strandes des untercretacischen Meeres abgespielt, da unter Wasser die Skulptur zweifellos zerstört worden wäre. Wir haben hier ohne Zweifel einen durch Gase, allerdings nur in bescheidenem Maßstab verursachten Schlammausbruch, also tatsächlich eine fossile Miniatursalse, vor uns.

Das in Fig. 2 abgebildete Stück ist augenscheinlich nur ein Teil eines ähnlichen Gebildes wie das früher beschriebene. Es stammt von einem anderen Fundort (Frankstadt in Ostmähren, in der Luftlinie etwa 6 km von Kozlowitz entfernt) und weicht auch in einigen Eigentümlichkeiten von dem ersteren ab. Insbesondere fällt auf, daß hier die Trichter bedeutend tiefer eingesenkt sind, denn der größte derselben erreicht bei 4 cm Durchmesser eine Tiefe von 2 cm, so daß die Neigung der Trichterwände 45^0 beträgt. Im Innern der Trichter finden sich Reste von schwarzem Ton, einer der Trichter ist sogar gänzlich von schwarzen, kegelförmig gestalteten Tonlagen ausgefüllt. Die Oberfläche ist durch Limonit z. T. hellbraun gefärbt, denn das Gestein ist als ein sehr unreiner, ton- und kalkreicher Toneisenstein zu bezeichnen. Das Stück ist 21,5 cm lang und bis 5 cm dick und dürfte ursprünglich auch einen ähnlichen Kuchen gebildet haben wie das früher beschriebene. An der in der Abbildung sichtbaren Bruchfläche erscheinen einige Trichter durchschnitten; bei einem derselben ist ein zylindrischer Hohlraum (bei × der Fig. 2) zu sehen, den man als Zuführungskanal der aufsteigenden Gase deuten kann. Außerdem fällt aber das faserige Gefüge der Bruchfläche auf, welches bei dem früher beschriebenen Stück nur an einigen wenigen Stellen zu sehen ist. Gegen den rechten Rand zu übergeht das im allgemeinen parallelfaserige Gefüge in eine ziemlich deutliche Kegelstruktur, wie wir sie am „Nagelkalk“ und „Dutenmergel“ kennen. Diese Struktur ist gegen die Oberfläche zu sehr gut ausgeprägt, während sie gegen die Basis, die nahezu eben ist, nach und nach vollkommen verschwindet. Es ist bemerkenswert, daß die Kegelstruktur nicht an

allen Bruchflächen zu sehen ist; auch unsere Abbildung läßt ja sehr gut erkennen, daß am linken Rande der Bruchfläche kaum eine Spur des parallelfaserigen Gefüges zu erkennen ist. Das letztere wird ungefähr in der Mitte ganz deutlich, während die Kegelstruktur erst im letzten Drittel der Bruchfläche gut sichtbar wird.

Die Entstehung der Nagelkalke und Dutenmergel wurde früher zumeist durch Druckwirkungen erklärt, obwohl Young schon im Jahr 1885 die „cone-in-cone structure" auf senkrecht aufsteigende Gase zurückgeführt hat (Transact. of the geol. Soc. of Glasgow. 1885). Nach O. M. Reis („Über Stylolithen, Dutenmergel und Landschaftenkalk." Geogn. Jahreshefte 1902. p. 250) ist die Dutenmergelbildung „in erster Linie die von Konkretionen unter sehr langsamer Anreicherung von Carbonaten nach bestimmten Kernlagen, oft mit verwesenden organischen Resten; die langsame Konzentration ist hierbei stets von einer Kristallisation begleitet, daher die Ausscheidung aus der Lösung zusammenhängend kristallinisch ist. Es ist anzunehmen, daß sie nicht zu lange nach der Ablagerung der Schichten beginnt, unter einem gewissen Auflagerungsdruck vor sich geht und der Diagenese tonreicher, Carbonatlösungen enthaltender Schichten angehört". Dieser Anschauung kann man wohl auch in bezug auf unsere Vorkommnisse zustimmen; es sei hierzu noch bemerkt, daß nach O. M. Reis die Form der Dutenkalke stets eine mehr oder weniger flach kuchen- oder nierenförmige, nach Quenstedt brotlaibartige ist, was auch für unser in Fig. 1 dargestelltes Stück vollkommen zutrifft, obwohl die Dutenbildung hier noch nicht zum Ausdruck gelangt. Auf dem in Fig. 2 abgebildeten Stück ist sie bereits in der Entwicklung begriffen und geht hier von der Oberfläche aus. Nach O. M. Reis („Beobacht. über Schichtenfolge und Gesteinsausbildungen in der fränkischen unt. u. mittl. Trias." Geogn. Jahreshefte 1909. p. 7) können nagelkalkartige Bildungen sowohl an der Ober- wie an der Unterfläche eines Kalklagers oder einer tonigen Bank vorkommen, und zwar mit Wachstum nach oben und unten. Sie beweisen den „Durchzug von Carbonatlösungen nach Absatz der betreffenden Schichten und ihres Hangenden".

Gesteine mit angedeuteter oder halb ausgebildeter Kegelstruktur kannte schon Quenstedt, denn bei der Beschreibung der „Conellen" erwähnt er in seinem bekannten Werke: „Der Jura" (1858. p. 305) kleine Pyramiden von spätigem Faserkalk, welche „Anfängen von Nagelkalk" gleichen. Auch O. M. Reis spricht (in der zweiten der beiden zitierten Abhandlungen. p. 5) von „Faserkalk mit halb ausgebildeter Nagel-, bezw. Dutenstruktur". Daß die Dutenmergelbildung in unserem Gebiete — d. h. in den Wernsdorfer Schichten der ostmährischen Karpathen — stellenweise viel weiter vorgeschritten ist als an den hier beschriebenen Stücken, wird durch einige in der Geologischen Sammlung der deutschen technischen

Hochschule in Brünn aufbewahrte Stufen von typischem Dutenmergel bewiesen; dieselben lassen, was das Gestein anbelangt, die sehr nahe Verwandtschaft mit dem in Fig. 2 abgebildeten Vorkommen leicht erkennen. Auch sonst sind derartige Gebilde in der Unterkreide der Beskiden anscheinend ziemlich verbreitet, denn L. Hohenegger kannte schon im Jahr 1848 (Haidinger's Berichte über Mitteil. von Freunden d. Naturwiss. in Wien. 3. Bd. p. 144 f.) mehrere Fundorte in Schlesien und Galizien.

Besprechungen.

Alfred Till: Mineralogisches Praktikum. Anleitung zur Bestimmung der wichtigsten gesteinsbildenden und nutzbaren Mineralien. Mit zahlreichen Übungsaufgaben. II. Aufl. Kl.-8°. 123 p. Verlag von Schwerella & Heick. Wien 1920. Preis 24 Mk.

„Zweck dieses Werkchens ist, als Leitfaden bei mineralogischen Übungen allen denjenigen zu dienen, die sich an der Hand einer entsprechend eingerichteten Mineraliensammlung rasch einen Überblick über das Mineralreich und eine gesicherte Kenntnis der wichtigsten Mineralarten verschaffen wollen, ohne Zeit und Gelegenheit zu haben, die eigentlich mineralogischen Methoden (z. B. Lötrohr und mikroskopische Untersuchung) anzuwenden."

In diesem dem Vorwort entnommenen Satz ist schon fast zu viel gesagt; es werden die allergeringsten Anforderungen gestellt. Hierfür aber hätte die Zahl der aufgenommenen Mineralien noch viel kleiner sein können. Das Verzeichnis enthält nahezu 500 Mineralnamen. Der Überblick über die große Zahl wird jedoch dadurch erleichtert, daß die Namen der wichtigsten Mineralien in den 70 Seiten umfassenden Tabellen durch Fettdruck hervorgehoben sind. — Die Übungsaufgaben sind denkbar anspruchslos, z. B.: „Man lege die einander ähnlichen Mineralien zusammen und vergleiche sie nach der Härte etc." oder „man suche die mineralischen Düngemittel bezw. deren Rohmaterialien heraus". **R. Brauns.**

Personalia.

Gestorben: Prof. Dr. **Ludwig v. Ammon**, Oberbergrat a. D. in München.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Pneumatolytische Entstehung von β-Quarz.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Mit 3 Textfiguren.

In diesem Centralblatt 1921, p. 609 wurde gezeigt, wie man den durch Ätzung sichtbar gemachten Verlauf der Zwillingsgrenzen bei Quarzen mit Trapezflächen benützen kann, um die Entstehungstemperatur $\gtrless 575^0$ zu ermitteln. In dem danach aufgestellten Schlüssel hieß es:

„I. Ohne Zwillingsteile: $t < 575^0$.

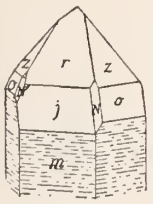
II. Mit Zwillingsteilen

a) mit Trapez- oder Parallelogrammflächen.

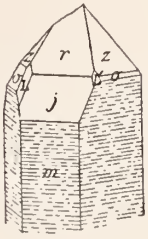
α) Verteilung und Verlauf der Trapez- usw. Flächen konform den Zwillingsgrenzen: $t < 575^0$.

β) Verteilung und Verlauf nicht konform: $t > 575^0$ (bisher nicht beobachtet)."

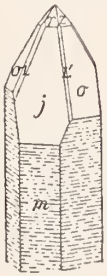
Inzwischen bin ich auf eine Angabe aufmerksam geworden, nach der der Fall β doch realisiert ist, und zwar unter Umständen, die die Anwendbarkeit dieser Methode durchaus bekräftigen.



1
Rechter



2
Linker



3
Linker

Iddings und Penfield (Amer. Journ. of Sc. **42**. 39. 1891) haben aus kleinen Drusenräumen sphärolithischer Liparite vom Glade Creek, Wyoming, kleine Rauchquarze beschrieben, die ihnen durch ihre eigentümliche Entwicklung auffielen. Sie zeigen die Formen $(10\bar{1}0).(10\bar{1}1).(30\bar{3}2)$, und daneben $(21\bar{3}2)$ an rechten, und $(3\bar{1}22)$ an linken Kristallen; alle diese Formen in derjenigen Verteilung, die der trapezoedrischen Hemiedrie entspricht,

nämlich jede derselben am oberen (allein ausgebildeten) Ende der Kristalle mit annähernd gleich großen sechs Flächen. Diese Kristalle können daher als β-Quarz gebildet sein, nichts verrät, daß sie als Zwillinge von α-Quarz gewachsen sind, auch das Vorkommen läßt die Annahme einer Bildungstemperatur $> 575^0$ zu.

Trotzdem ist natürlich anzunehmen, daß sie jetzt, weil zu α-Quarz geworden, verzwillingt sind. In der Tat ergab die Ätzung des in der Fig. 1 wiederabgebildeten rechten Kristalls, daß er verzwillingt war und über den Verlauf der Zwillingsgrenze berichten Iddings und Penfield folgendes:

„The greater part of r and j in front and all of N were positive, as was also the greater portion of the faces lettered z and σ, the twinning boundaries running very unequally over these faces; while the face lettered N' was both positive and negative, the positive part beeing deeply etched while the acid had almost no action on the negative portion. Lefthanded crystals were not etched, but it is safe to infer from the development of L and L', that they are both positive and negative[1]."

Die Zwillingsgrenze verläuft hier also tatsächlich unabhängig von den Trapezflächen z. T. über sie hinweg, wie es zu erwarten ist, wenn ein β-Quarz mit Trapezflächen sich in α-Quarz umwandelt. Zugleich liegt hier also die erste Beobachtung vor von β-Quarz mit trapezoedrisch-hemiedrischer Entwicklung und damit eine weitere Bestätigung der Schlüsse, die auf die Symmetrie aus den Ätzfiguren und der Art des Zerfalls bei der Umwandlung gezogen wurden.

Es darf noch darauf hingewiesen werden, daß die Quarze, die Hautefeuille[2] bei der Kristallisation von SiO_2 aus wolframsaurem Natron bei Temperaturen zwischen 850—900° erhielt, den von Iddings und Penfield beschriebenen auffallend ähnlich waren; an ihnen herrschte am Ende $(20\bar{2}1)$ und $(02\bar{2}1)$ und sie beobachteten vereinzelt auch Trapezoeder („quartz à pointement aigus").

Es wäre sehr wünschenswert, daß weitere natürliche Kristalle dieser Bildungsweise, wie sie nach Iddings und Penfield an der Obsidiancliff im Yellowstone Park und auf den Liparischen Inseln vorkommen, einer genauen Ätzuntersuchung mit Rücksicht auf die Lage der Zwillingsgrenzen zu etwaigen Trapez- und Parallelogrammflächen unterworfen wurden. Hierzu anzuregen ist der Zweck dieser Zeilen.

[1] Wenn nun Iddings und Penfield fortfahren: „Right and left forms were not observed in the same crystal", so ist dies auch durchaus in Übereinstimmung mit den Erfahrungen an den Porphyrquarzen, wo solche Verwachsungen mindestens selten sind.

[2] Compt. rend. 86. 1193. 1878. — Fouqué et Michel-Lévy, Synthèse des roches etc. p. 89. 1882.

Die Bedeutung der Schleifhärte der Mineralien bei erzmikroskopischen Untersuchungen.

Von **Georg Kalb** in Berlin.

Mit 3 Textfiguren.

Während die Mineralhärte, die bei der makroskopischen Bestimmung von jeher eine große Rolle spielt, bei den mikroskopischen Untersuchungen im durchfallenden Licht bedeutungslos geworden war, scheint sie bei den mikroskopischen Untersuchungen im auffallenden Licht wieder ihre alte Bedeutung bei der Kennzeichnung der Mineralien zu gewinnen.

In Nordamerika, wo die Erzmikroskopie in den letzten Jahren eine umfangreiche Anwendung gefunden hat, ist die Härteprüfung in der alten Form der Ritzmethode in den systematischen Bestimmungsgang aufgenommen worden. So teilen Davy und Farnham[1] die Erze nach ihrem Verhalten gegenüber dem Ritzen mit einer feinen scharfen Nadel in drei Abteilungen, in weiche, mittelharte und harte Erze ein. Da die Härte der meisten Erze zwischen 2 u. 4 der mineralogischen Härteskala liegt, ist mit diesen Angaben zur Bestimmung der Erze nicht viel gewonnen. Selbst wenn die Ritzmethode mit Hilfe von Sklerometern ausgeführt würde, dürfte sie, abgesehen von ihrer Umständlichkeit, nur in einer geübten Hand von größerem Erfolg sein.

Von größerem Wert scheint uns die Bestimmung der relativen Schleifhärte durch Reliefpolieren[2] zu sein. Bei einem Aggregat verschieden harter Erze werden durch Polieren auf elastischer Unterlage die weicheren Körner stärker abgeschliffen als die härteren, so daß letztere gegen erstere erhaben sind. Die Bedeutung dieser Methode hängt davon ab, wieweit es bei geringen Härteunterschieden gelingt, ein Relief zu erzeugen und nachzuweisen. Eine Vervollkommnung der Methode kann also auf zwei Wegen erstrebt werden: Einmal kann man versuchen, trotz geringer Härteunterschiede der Körner eines Erzaggregates durch besondere Mittel ein starkes Relief zu erreichen, das sich leicht nachweisen läßt, oder aber nach einem Mittel zu suchen, mit dessen Hilfe auch ein schwaches Relief leicht fest-

[1] W. M. Davy und C. M. Farnham, Microscopic examination of the ore minerals. New York 1920.

[2] Schon Sorby, der nicht nur einer der ersten war, welcher Dünnschliffe zur Beobachtung im durchfallenden Licht sondern auch Spiegelschliffe zur Beobachtung im auffallenden Licht ausführte, wandte das Reliefpolieren an, um die einzelnen Bestandteile von Erz- und Metallaggregaten durch ihre Härte zu unterscheiden. Später wurde dieses Verfahren vor allem von Martens, Behrens und Osmond weiter ausgebildet.

zustellen ist. Den ersten Weg hatte Osmond[1] einzuschlagen versucht, indem er besondere Poliermittel (z. B. Calciumsulfat und Bariumsulfat) in Anwendung brachte. Er selbst bezeichnet diesen Weg als sehr langwierig und mühsam.

Wir wollen hier den zweiten Weg gehen. Da es schwieriger ist, von einem Aggregat verschieden harter Körner einen Schliff ohne Relief als mit Relief herzustellen, dürfte jeder ohne besondere Vorsichtsmaßregeln ausgeführte Spiegelschliff eines Aggregates verschieden harter Körner Reliefpolitur besitzen. Es fragt sich dann nur, ob es ein einfaches Mittel gibt, selbst ein schwaches Relief zu erkennen.

Fig. 1 a.

Wir wollen zunächst eine Erscheinung beschreiben, die wohl jeder, der sich mit Metall- oder Erzmikroskopie beschäftigte, schon beobachtet hat. Wir betrachten am besten ein bestimmtes Beispiel, das in den Bildern 1 a und 1 b veranschaulicht ist. Die Bilder zeigen unregelmäßige Einschlüsse von Antimonsilber (gelblichweiß) in gediegenem Arsen (graulichweiß) von Andreasberg im Harz. Die Härte wird in der mineralogischen Literatur für jedes der beiden Erze mit 3,5 bis 4 angegeben, so daß von vornherein kaum ein Relief zu erwarten ist. Bei scharfer Einstellung des Bildes ist auch nichts zu beobachten, was auf Relief hindeutete. Senkt man jedoch bei sehr verengerter Blende des Vertikalilluminators den Tubus, so sieht man, wie sich eine den Grenzlinien der beiden Erze parallel verlaufende helle Lichtlinie

[1] F. Osmond, Méthode générale pour l'analyse micrographique des aciers au carbone. Übersetzung von L. Heurich. Halle a. d. S. 1906.

von den Grenzlinien weg in das Innere des Arsens bewegt (Bild 1 a); hebt man wieder den Tubus, so wandert die Lichtlinie zu den Grenzlinien zurück, um bei Scharfstellung des Bildes mit diesen zusammenzufallen; bei weiterem Heben des Tubus wandert jetzt die Lichtlinie von den Grenzlinien fort in das Innere des Antimonsilbers (Bild 1 b). Wer mit dem Mikroskop im durchfallenden Licht petrographisch gearbeitet hat, wird die äußere Ähnlichkeit dieser Erscheinung mit der Becke'schen Linie erkennen. Machen wir den gleichen Versuch bei Erzaggregaten, die sich nach der Ritzmethode in der Härte merklich unterscheiden, so beobachten wir, daß sich die Lichtlinie stets beim Heben des Tubus von der Korngrenze

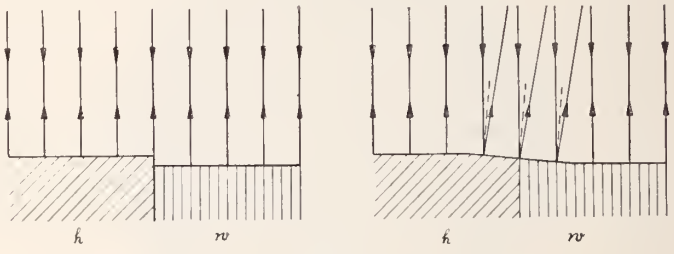
Fig. 1 b.

weg über das weichere Erz und beim Senken des Tubus in umgekehrter Richtung verschiebt, so daß wir in Analogie hierzu aus den Beobachtungen bei Antimonsilber und Arsen schließen, daß Arsen eine größere Schleifhärte besitzt als Antimonsilber.

Untersucht man in gleicher Weise einen Schliff mit starker Reliefpolitur, so tritt die Erscheinung auf, die in der metallographischen Literatur zum ersten Male von Osmond (a. a. O. p. 5) unter der Bezeichnung eines Kunstgriffes mit folgenden Worten beschrieben wurde: „Bei stark abgeblendeter Eintrittsöffnung der Lichtstrahlen stellt man das Objektiv etwas unterhalb des betrachteten Punktes ein und hebt es langsam. Die Reliefs, die anfänglich relativ glänzend und gelblich auf dem dunkleren Grunde erschienen, werden progressiv dunkel auf hellem Grunde: Die Vertiefungen zeigen umgekehrte Erscheinungen; zwei Photographien, von denen die eine etwas oberhalb, die andere etwas unterhalb des Einstellpunktes aufgenommen werden, sind ungefähr Negative von-

einander.“ Man erkennt ohne weiteres, daß die von Osmond beschriebene Erscheinung sich von unserer bei Arsen und Antimonsilber gemachten Beobachtung nur quantitativ unterscheidet. Eine Deutung war in der metallographischen Literatur nicht zu finden.

Zur Erklärung der Erscheinung wollen wir einen Schliff mit Reliefpolitur etwas genauer betrachten. Bei einem starken Relief eines grobkörnigen Aggregates zweier Erze erkennt man mit bloßem Auge, daß die Körner des weichen und des harten Erzes nicht vollständig ebene Flächen bilden, deren Rand in senkrechter Stufe abfällt (Fig. 2a), sondern daß die Fläche der weichen Körner gegen den Rand der harten ansteigt und die Fläche der harten Körner randlich gegen die weichen abfällt. Ich will den Grenzübergang vom harten zum weichen Erz kurz als Grenzabfall bezeichnen. Der Grenzabfall erklärt sich leicht: das weichere Erz wird beim



a Fig. 2. b

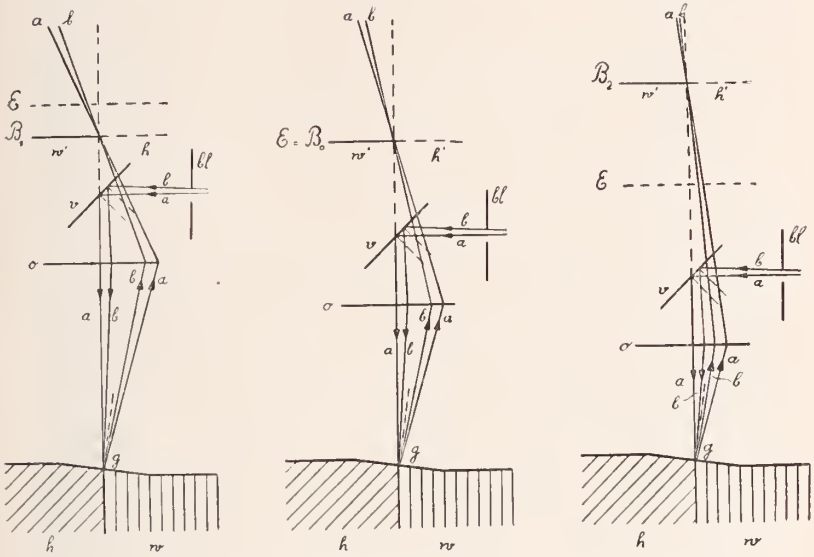
Falsche Richtige

schematische Darstellung eines Profiles der Reliefpolitur.

Polieren im Schutze des härteren, d. h. an der Grenze weniger abgeschliffen als auf der freien Fläche; das härtere Erz erleidet randlich stärkere Abnahme als in der Mitte des Kornes, da am ungeschützten Rande die Körner des Poliermittels stärker angreifen können. Die Stärke des Grenzabfalls wird von dem Härteunterschied der aneinandergrenzenden Körner bezw. von der Stärke des Reliefs abhängig sein. Das Profil eines Schliffes mit Reliefpolitur ist in Fig. 2b schematisch dargestellt.

Die Wirkung des Grenzabfalles auf den Gang der Lichtstrahlen dürfte aus der schematischen Darstellung in Fig. 3 hervorgehen. Bei scharfer Einstellung der Korngrenze fällt die durch den Grenzabfall bewirkte Häufung der reflektierten Strahlen und daher auch die Lichtlinie mit der Korngrenze selbst zusammen (Fig. 3b). Hebt man den Tubus, so liegt die Objektebene des Augenglases oberhalb des reellen Bildes, wodurch die Häufung des Lichtes über dem Bilde des weicheren Erzes entsteht (Fig. 3a). Bei gesenktem Tubus fällt die Objektebene des Augenglases unterhalb des reellen Bildes, so daß jetzt die Häufung der reflektierten Strahlen über dem Bilde des härteren Erzes auftritt (Fig. 3c).

Ist das Relief stark, d. h. der Grenzabfall zwischen den verschieden harten Körnern besonders steil, dann bedarf es nur einer geringen Verschiebung des Objektes gegen das Objektiv, um das von dem Grenzabfall zurückgeworfene Licht bei genähertem Objekt über dem Bilde des harten Erzes und bei entferntem Objekt über dem des weichen Erzes zu sammeln; es entsteht dann, besonders



a) bei gehobenem Tubus.
b) bei Scharfstellung der Grenzlinie.
c) bei gesenktem Tubus.

V = Vertikalilluminator.
O = Objektiv.
bl = Blende.
h = hartes Erz.
w = weiches Erz.
g = Grenzabfall.
a u. b = Lichtstrahlen.
E = Objektebene des Augenglases.
B = Ebene des reellen Bildes.

Fig. 3. Gang der vom Grenzabfall zurückgeworfenen Strahlen.

bei geringer Korngröße, der wechselnde Eindruck der Helligkeit oder Dunkelheit der verschieden harten Körner, also die Erscheinung, die Osmond zum ersten Male beschrieben hat.

Es ist nicht schwierig, nach dieser Methode Härteunterschiede bei Metallen und Erzen nachzuweisen, die nach den Ergebnissen der Ritzmethode die gleiche Mons'sche Härtenummer erhalten haben; z. B. findet man Kupferglanz härter als Bleiglanz, obwohl sie nach den Ritzversuchen die gleiche Härte (2,5 bis 3) haben.

Es dürfte leicht sein, mit diesem Verfahren für sämtliche Metalle und Erze eine Schleifhärtereihe aufzustellen, welche die metall- und erzmikroskopischen Untersuchungen wesentlich erleichtert.

Mineralogisches Institut der Universität Berlin, Juli 1922.

Zur chemischen Konstitution von Silikaten.

(4. Mitteilung.)

Von **B. Gossner** in Tübingen.

Zeolithe.

1. Die Bindung des Wassers[1]. Nach den zahlreichen vorliegenden Untersuchungen über den Wassergehalt der Zeolithe scheint hinsichtlich seiner allgemeinen Natur kein Zweifel mehr zu bestehen. Es scheint insbesondere endgültig festgestellt zu sein: Die Wasserabgabe erfolgt stetig mit steigender Temperatur und der Dampfdruck ändert sich ebenfalls kontinuierlich. Das Gleichgewicht zwischen fester Phase und Dampf ist sowohl von der Temperatur wie vom äußeren Drucke abhängig. Vor allem scheint das Gleichgewicht sehr stark auf den äußeren Druck zu reagieren. Dessen Erhöhung bewirkt eine Verringerung der abgegebenen Wassermenge, so daß also gewissermaßen bei einer bestimmten Temperatur die Dissoziation der zugrunde liegenden chemischen Verbindung mit Abnahme des äußeren Druckes gesteigert oder mit dessen Zunahme verringert erscheint.

Erkennt man diese Tatsachen an oder läßt man sie wenigstens vorläufig als Hypothese zu, dann ergibt sich als weitere Folge die Vorstellung, daß der Abspaltung des Wassers in einem Zeolithen der thermische Dissoziationsvorgang einer chemischen Verbindung zugrunde liegt. Die Dissoziation im Zeolithkristall ist auf eine Stufe zu stellen mit der thermischen Dissoziation des kohlensauren Kalkes nach der Gleichung

$$CO_3Ca \rightleftarrows CO_2 + CaO.$$

Dieser Vorgang verlauft mit steigender Temperatur unter stetiger Zunahme des Dissoziationsdruckes nach der rechten Seite der Gleichung. Bei konstanter Temperatur vermehrt Steigerung des äußeren Druckes die Menge des linksseitigen Anteiles. Es scheint, wie erwähnt, kein Zweifel zu bestehen, daß die Dissoziation in Zeolithen alle Analogien mit dieser Dissoziation des kohlensauren Kalkes aufweist. Ein Unterschied besteht nur darin, daß der Zeolithkristall, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, trotz fortschreitender Dissoziation seine Homogenität bewahrt, daß also am Gleichgewicht nicht zwei feste Phasen sich beteiligen, sondern statt dieser eine kontinuierliche Änderung einer einzigen festen Phase sich vollzieht.

Legt man also der Änderung des Wassergehaltes in einem Zeolithkristall einen solch einfachen chemischen Dissoziationsvorgang zugrunde, dann muß es möglich sein, eine chemische

[1] Vgl. hierzu dies. Centralbl. 1922. 164 u. 201. Brs.

Bindung des Wassers auch in der Formel für die Zusammensetzung zum Ausdruck zu bringen. Die Anwendung der gebräuchlichen Konstitutionsformeln von Silikaten läßt eine solche Darstellung nicht zu. Dagegen ergibt sich eine sehr einfache Auffassung von der Bindung des Wassers, wenn man die in den ersten Mitteilungen gebrauchte Betrachtung der Silikate als Doppelverbindungen einfacher chemischer Moleküle zugrunde legt. Die wahrscheinlichste Art solcher Moleküle ergibt sich auf Grund folgender Überlegung: Es ist kaum anzunehmen, daß das Wasser in den meisten Al_2O_3-haltigen Zeolithen in der Form von Metallhydroxyden wie $NaOH$ oder $Ca(OH)_2$ vorhanden sein wird; dem widerspricht vor allem die Tatsache, daß bei den meisten Zeolithen der Grad der Dissoziation schon bei nicht sehr hohen Temperaturen ein beträchtlicher ist. Andrerseits ist es auch nicht wahrscheinlich, daß der größte Teil des Wassers in Siliciumhydroxyden, etwa SiO_3H_2 vorhanden ist; dem widerspricht anscheinend die andere Forderung, daß die Dissoziation wesentlich leichter sich vollziehen müßte. Diese Schlußfolgerung erscheint gerechtfertigt durch die unten angeführte Formel des Laumontites, in welchem ein solches Hydroxyd anzunehmen ist und bei welchem bekanntlich ein Molekül H_2O schon bei gewöhnlicher Temperatur herauswittert. Als wahrscheinlichste Moleküle für die Bindung des Wassers ergeben sich also Hydroxyde des Aluminiums, etwa AlO_3H_3 oder AlO_2H. Bereits bei der Ableitung der Konstitution von Kaolin und Pyrophyllit in der ersten Mitteilung (dies. Centralbl. 1921) wurde die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Hydroxyde im Silikatkristall begründet. Diese Hydroxyde, besonders AlO_3H_3, zeigen eine mäßige Dissoziation bei nicht allzu hoher Temperatur. Allerdings scheint die Dissoziation der reinen Hydroxyde geringer zu sein, als sie tatsächlich für die gleiche Temperatur bei Zeolithen ist. Doch findet diese Erscheinung vielleicht eine Erklärung durch die Anwesenheit des Kalkes oder Alkalis. Diese beiden sind innerhalb des stofflichen Zeolithbestandes ebenfalls bewegliche Stoffe mit Rücksicht auf die bekannte Erscheinung des Basenaustausches. Kalk oder Alkali und die angenommenen Hydroxyde sind im Zeolithkristalle jedenfalls nicht ohne Wechselwirkung. Ein Produkt derselben ist aber die Bildung von freiem Wasser. Damit ist also der Dissoziationsvorgang wohl in seinem Endergebnis durch die einfache Beziehung

$$AlO_3H_3 \rightleftarrows AlO_2H + H_2O$$

dargestellt. Dem weiteren Vorgang $2\,AlO_2H \rightleftarrows Al_2O_3 + H_2O$ kommt ein wesentlich geringerer Dissoziationsdruck zu. Er vollzieht sich also erst bei höherer Temperatur und unter stärkerer Einwirkung auf den gesamten Kristallbau. In Wirklichkeit sind an dem Gleichgewicht natürlich auch die übrigen Komponenten des Zeolithkristalles beteiligt. Im Kaolin, der die gleichen Komponenten enthält, wo aber Kalk und Alkali fehlen, ist der Grad der ther-

mischen Dissoziation bei entsprechenden Temperaturen wesentlich geringer.

Wir kommen also zu folgender Auffassung von der chemischen Bindung des Wassers in Zeolithen: Zunächst wird der gesamte Al_2O_3-Gehalt für die Bindung von H_2O beansprucht; bei geringerer Menge Wasser tritt AlO_2H, bei mehr Wasser AlO_3H_3 im Bestand des Zeolithen auf. Bleibt nun noch H_2O übrig, dann kommt noch das Siliciumhydroxyd SiO_3H_2 in Betracht. Kalk oder Alkali sind ausschließlich als SiO_3Ca, bezw. SiO_3Na_2 vorhanden. Ein Überschuß an Kieselsäure liefert als weiteren Baustein noch SiO_2-Moleküle.

Es seien gleich einige einfache Typen des Baues von Zeolithkristallen, auf welche wir später nicht mehr zurückkommen, angeführt, um an konkreten Beispielen die Art der neuen Auffassung klarzumachen:

$$SiO_3Na_2 . [2SiO_2 . AlO_2H . AlO_3H_3]$$ Natrolith,

$$SiO_3Ca . [2SiO_2 . AlO_3H_3 . AlO_3H_3]$$ Skolezit,

$$SiO_3Ca . SiO_3H_2 . [2SiO_2 . AlO_3H_3 . AlO_3H_3]$$ Laumontit.

Zunächst ist zur benutzten Schreibweise noch einiges zu bemerken. Es wird vorläufig noch nicht der Versuch gemacht, die Koordinationstheorie auf die Konstitution der Silikate anzuwenden. Die bloße Schreibweise nach derselben führt noch nicht zu grundsätzlich neuen Ergebnissen hinsichtlich der wirklichen grundlegenden Erscheinungen im Bauplane eines Silikatkristalles. Wir müssen uns vorläufig noch darauf beschränken, die einzelnen molekularen Komponenten dieses Bauplanes aufzufinden und wollen sie nur mit Rücksicht darauf zusammenfassen, daß tunlichst gewisse Komplexe wiederkehren und damit das Bild für möglichst viele Kristalle ein gleichartiges wird. Bei den vorliegenden drei Zeolithen ist dieses der Komplex des Kaolins. Natrolith erscheint als Doppelverbindung höherer Ordnung von SiO_3Na_2 und Kaolin $[2SiO_2 . AlO_2H . AlO_3H_3]$.

Ebenso ist der Skolezit eine solche höhere Doppelverbindung von SiO_3Ca und Kaolin. Nur besteht hier noch der Unterschied, daß der im Kaolin gewissermaßen noch nicht ganz mit Wasser abgesättigte Rest AlO_2H ebenfalls noch ein H_2O bis zum Molekül AlO_3H_3 gebunden enthält. Es sei noch auf die kristallographische Ähnlichkeit zwischen Natrolith und Skolezit verwiesen. Wir haben hier bereits eine einfache Veranschaulichung der auch beim Wasserverlust beobachteten Tatsache, daß etwas mehr oder weniger Wasser im Bauplan des Kristalles dessen Art und Homogenität nicht beeinträchtigt. Das wesentliche im Bauplane sind nicht die beweglichen Bestandteile Wasser, bezw. Kalk oder Natron, sondern der unbewegliche Bestand der Reste SiO_2, bezw. Aluminiumoxyd. Wir werden die Bedeutung dieser Reste für den Bauplan eines Zeolithen gemäß unserer Auffassung in anderen Fällen noch deutlicher sehen.

Wir können hinsichtlich des Wassergehaltes Natrolith und Skolezit trotz gewisser kristallographischer Beziehungen vorerst nicht mit vollem Recht als isomorph bezeichnen. Doch sei diese Frage hier nicht weiter erörtert, ebensowenig jene nach dem Verhältnis von SiO_3Na_2 und SiO_3Ca. Wegen der Austauschfähigkeit der beiden Metalloxyde ist hierbei jedenfalls die kristallographische Beziehung etwas komplizierter. Bei nicht abgesättigten Gruppen im Kristallbau, wie SiO_2 und AlO_2H, kann in verschiedenartigen Graden Sättigung eintreten, ohne daß die Ähnlichkeit der Kristallform verloren geht. An der Gruppe SiO_3Na_2 ist ein Austausch von Na_2O gegen CaO unter Bildung von SiO_3Ca möglich, ebenfalls ohne Verlust der Ähnlichkeit der Form. Mit dieser Beschreibung der Beziehungen, wie sie Natrolith und Skolezit zeigen, möge der Gebrauch des Begriffes „Isomorphie" vermieden werden.

Laumontit ist ebenfalls $1\,SiO_3Ca + 1$ Kaolin, wozu noch $1\,SiO_3H_2$ kommt.

Diese Vorstellung von der Bindung und Abspaltung des Wassers in Zeolithen ermöglicht eine befriedigende Veranschaulichung der stetigen Änderung im Kristallbau unter Wahrung der Homogenität. Aus den kristallographischen Beziehungen, wie sie die Gruppen $CO_3Ca—NO_3Na$, $SO_4Ba—ClO_4K$ usw. zeigen, erkennen wir eine gewisse Bedeutung der gleichen Zahl von Wertigkeiten für die Ähnlichkeit im Kristallbau. Aus den zugehörigen regelmäßigen Verwachsungen solcher Stoffpaare können wir auch auf eine gewisse gleichartige Anordnung solcher in gleicher Zahl vorhandenen Valenzrichtungen schließen. Übertragen wir diese Vorstellung auf den Vorgang der Abspaltung von H_2O aus einer AlO_3H_3-Gruppe. Der bleibende Rest $H—O—Al\overline{\overline{}}O—$ besitzt vorübergehend zwei freie Valenzen, eine von Al und eine von O ausgehend; ebenso ein zweiter Rest $\overset{-}{O}\overline{\overline{}}Al—O—H$. Greift nun die von O des ersten Restes ausgehende Valenz nach jener von Al des zweiten und jene vom Sauerstoffatom des zweiten nach der des Al des ersten, dann ergibt sich folgende Veranschaulichung der Vereinigung beider Reste

$$HO—Al\overline{\overline{}}O\quad \overset{O-}{\overline{\overline{}}}Al—OH$$

Wir haben demnach nach der Abspaltung von H_2O nicht nur wieder eine homogene Verteilung der bleibenden Atome, sondern auch eine homogene Verteilung der alten Valenzrichtungen in gleicher Zahl. Der Kristall bleibt also nicht bloß homogen, sondern er wird auch dem ursprünglichen ähnlich sein, mit Rücksicht auf die Tatsache, daß die gleiche Zahl der Valenzrichtungen, wenn auch in mäßiger Ablenkung aus der ursprünglichen Lage, weiterbesteht.

Es fragt sich nun, warum gerade bei Zeolithen diese stetige Änderung möglich ist. Meines Erachtens ist die Erscheinung tatsächlich eine allgemeine. Sie kommt nur in der Überzahl der Fälle nicht nach außen zur Wirkung gemäß folgender Überlegung:

die Bindung des H_2O in AlO_3H_3 und noch mehr in SiO_3H_2 ist ziemlich locker. Das gleiche gilt für die neue Bindung

$$HO—Al\begin{matrix}O\\O\end{matrix}Al—OH.$$

Beide Arten der Bindung unterscheiden sich also nur relativ wenig in ihrer Stärke. In anderen dissoziierbaren Stoffen, z. B. bei CO_3Ca ist der Unterschied in Bindung CO_2—CaO und CaO—CaO ganz wesentlich größer. Dieser Übergang von der starken Bindung CO_2—CaO zur lockeren nach der Dissoziation bedingt einen bedeutenden Eingriff in den Kristallban, dessen Homogenität dadurch beeinträchtigt wird. Bei Zeolithen treten die gleichen Störungen auch ein, sobald weniger leicht dissoziierbare Gruppen bei höherer Temperatur zerlegt werden, also etwa bei Eintritt der Dissoziation von AlO_2H.

2. Gesetzmäßigkeiten in der chemischen Zusammensetzung der Zeolithe. Von der gesamten Mineralgruppe liegt eine hinreichend große Zahl von guten Analysen vor. Sie müssen hinreichend sein, um auf statistischem Wege weitere Gesetzmäßigkeiten in ihrer Zusammensetzung feststellen zu können. Diese Gesetzmäßigkeiten ihrerseits führen dann zu allgemeineren Schlußfolgerungen hinsichtlich der Konstitution der einzelnen Mineralien. Es wurde darum für einzelne Gruppen eine größere Zahl von Analysen ausgewählt. Maßgebend war dabei ein verhältnismäßig junges Datum ihrer Ausführung und die Forderung, daß diese als hinreichend zuverlässig angesehen werden kann. Zwecks Raumersparung unterbleibt der Literaturnachweis im einzelnen; die Analysen sind unter den Nummern angeführt, mit welchen sie in Doelter's Handbuch der Mineralchemie erscheinen. Die Zahlen für die einzelnen Oxyde sind die Molekularverhältnisse, wie sie direkt durch Division der Gewichtsprozente durch die Molekulargewichte sich ergeben. Die Analysen sind nach der Größe der sich so ergebenden Zahl für SiO_2 angeordnet.

Den Tabellen auf p. 605—607 sind einige bemerkenswerte Schlußfolgerungen zu entnehmen:

Zunächst ist in allen Zeolithen das Verhältnis $[Na_2O (+ K_2O) + CaO (+ BaO)] : Al_2O_3$ konstant gleich 1 : 1. Bemerkenswerter ist aber die Tatsache, daß dieses Verhältnis bei allen Analysen eines und desselben Minerales als unveränderlich angesehen werden kann, so sehr auch die beiden Zahlen für die obige Summe und für Al_2O_3 schwanken und so stark sich auch die Verhältnisse für die sonstigen Komponenten ändern. Besonders deutlich ist die Konstanz des Verhältnisses in der Analysenreihe des Phillipsites, wo die beiden Werte, welche das Verhältnis bestimmen, ihrerseits die bedeutendsten Schwankungen aufweisen, von etwa 0,250—0,180. Von etwaigen geringfügigen Abweichungen von der Konstanz des Verhältnisses wird im folgenden noch zu reden sein.

Mesolith.

No.	25		10		28		36		32	
SiO_2	0,778		0,775		0,769		0,731		0,730	
Na_2O	0,086		0,080		0,100		0,169		0,123	
K_2O	0,001	0,254	—	0,254	—	0,256	—	0,296	—	0,263
CaO	0,167		0,174		0,156		0,127		0,140	
Al_2O_3	—	0,260	—	0,260	—	0,263	—	0,266	—	0,284
H_2O	0,698		0,681		0,676		0,660		0,653	

Harmotom.

No.	18		19		25	
SiO_2	0,777		0,779		0,808	
K_2O	0,012		0,007		0,017	
Na_2O	—	0,156	0,013	0,158	—	0,149
CaO	0,019		0,005		—	
BaO	0,125		0,133		0,132	
Al_2O_3	—	0,162	—	0,160	—	0,160
H_2O	0,847		0,836		0,766	

Chabasit.

No.	98		46		99		87		96		89	
SiO_2	0,780		0,798		0,803		0,845		0,845		0,846	
K_2O	0,033		0,004		0,006		—		0,003		0,008	
Na_2O	0,002	0,205	0,009	0,190	0,004	0,186	0,011	0,191	0,021	0,171	0,020	0,168
CaO	0,170		0,177		0,176		0,180		0,147		0,140	
Al_2O_3	—	0,194	—	0,190	—	0,199	—	0,180	—	0,173	—	0,168
H_2O	1,164		1,226		1,142		1,143		1,212		1,214	

Gmelinit.

No.	1		2		15		9	
SiO_2	0,773		0,773		0,814		0,839	
Na_2O	0,089		0,118		0,147		0,157	
K_2O	0,009	0,192	0,017	0,201	0,004	0,173	0,001	0,176
CaO	0,094		0,066		0,022		0,018	
Al_2O_3	—	0,191	—	0,207	—	0,192	—	0,180
H_2O	1,222		1,134		1,135		1,124	

Desmin.

No.	71		21		75		32		46		26		36		20		28		72		12	
SiO_2	0,865		0,902		0,909		0,911		0,923		0,930		0,937		0,918		0,954		0,970		1,027	
Na_2O	0,011	0,151	0,007	0,162	0,030	0,173	0,024	0,148	0,020	0,159	0,023	$+\frac{0,002}{k_2 0}$	0,028	0,156	0,016	$+\frac{0,003}{k_2 0}$	0,030	0,170	0,013	0,150	0,029	0,147
CaO	0,140		0,155		0,143		0,124		0,139		0,140	0,165	0,128		0,115	0,134	0,140		0,137		0,118	
Al_2O_3	—	0,155	—	0,181	—	0,160	—	0,164	—	0,165	—	0,167	—	0,170	—	0,161	—	0,170	—	0,141	—	0,147
H_2O	1,021		1,010		1,017		1,009		1,001		1,035		0,994		1,010		1,087		1,012		0,822	

Heulandit.

No.	43		37		11		12		23		39		16		31		19		44		33	
SiO_2	0,935		0,952		0,956		0,961		0,967		0,974		0,974		0,983		0,986		1,001		1,019	
Na_2O	0,050		0,020		0,010		—		0,015		0,023		0,010		0,033		0,022		0,038		0,036	
K_2O	0,002	0,163	0,004	0,156	0,001	0,158	0,012	0,133	0,007	0,163	0,002	0,153	—	0,137	0,012	0,166	0,003	0,152	0,004	0,144	0,010	0,154
CaO	0,076		0,128		0,144		0,121		0,141		0,125		0,127		0,121		0,127		0,087		0,108	
SrO	0,035		0,004		—		—		—		0,003		—		—		—		0,015		—	
Al_2O_3	—	0,169	—	0,165	—	0,170	—	0,167	—	0,157	—	0,161	—	0,174	—	0,150	—	0,165	—	0,144	—	0,153
H_2O	0,920		0,923		0,901		0,923		0,932		0,914		0,873		0,873		0,858		0,883		0,796	

Phillipsit.

No.	26		25		23		20		35		21		22		17	
SiO_2	0,656		0,667		0,689		0,714		0,720		0,727		0,732		0,768	
K_2O	0,080	0,248	0,080	0,243	0,100	0,243	0,098	0,240	0,030	0,250	0,110	0,233	0,118	0,212	0,084	0,224
Na_2O	—		—		—		—		0,040		—		—		0,024	
CaO	0,168		0,163		0,143		0,142		0,180		0,123		0,094		0,116	
Al_2O_3	—	0,255	—	0,254	—	0,227	—	0,245	—	0,242	—	0,239	—	0,238	—	0,230
H_2O	0,990		0,971		0,985		0,858		0,940		0,838		0,851		0,794	

No.	16		38		10		27		7		3		2		18	
SiO_2	0,768		0,781		0,794		0,810		0,861		0,862		0,863		0,868	
K_2O	0,082	0,220	0,028	0,207	0,058	0,212	0,078	0,212	0,050	0,161	0,047	0,155	0,042	0,177	0,073	0,179
Na_2O	0,042		0,115		0,010		0,037		0,015		0,015		0,009		0,018	
CaO	0,096		0,064		0,144		0,097		0,096		0,093		0,126		0,088	
Al_2O_3	—	0,220	—	0,209	—	0,208	—	0,194	—	0,178	—	0,186	—	0,186	—	0,180
H_2O	0,883		1,016		0,934		0,900		1,012		0,914		0,980		0,920	

Die vorläufig festgestellte Konstanz dieses Verhältnisses können wir wohl benützen, um den Bauplan der einzelnen Zeolithe aufzufinden, indem wir vermuten, daß jene Analysen zu den richtigen Formeln führen, in welchen das Verhältnis Al_2O_3, bezw. $[Na_2O + K_2O + CaO] : SiO_2$, bezw. H_2O ebenfalls ein einfaches ist.

Wir finden beispielsweise für Harmotom aus No. 19 mit guter Annäherung

$$SiO_3Ba \,.\, 2SiO_2 \,.\, [2SiO_3H_2 \,.\, AlO_3H_3 \,.\, AlO_3H_3],$$

also $1\,SiO_3Ba + 1$ Kaolin (abgesättigt) $+ 2\,SiO_2$. Es wurde hier etwas willkürlich H_2O mit den beiden innerhalb der Klammer stehenden SiO_2-Molekülen verbunden. Es läßt sich dabei natürlich nicht bestimmen, welche freien SiO_2-Moleküle gerade mit H_2O näher vereinigt sind. Innerhalb der Klammer steht auch hier wieder der Kaolinrest, jetzt auch hinsichtlich des SiO_2 mit H_2O abgesättigt. Mit Rücksicht auf die Formel des Phillipsites erweist es sich als notwendig diese Formel zu verdoppeln und etwa in folgender Weise ausführlicher zu schreiben:

$$(SiO_3)_2Ba_2 \,.\, \begin{cases} SiO_2 \,.\, SiO_2 \,.\, SiO_2 \,.\, SiO_2 \\ 2\,[2SiO_3H_2 \,.\, AlO_3H_3 \,.\, AlO_3H_3]. \end{cases}$$

Für den Phillipsit der beiden ersten Analysen (No. 25 u. 26) berechnet sich nämlich mit größter Annäherung die Zusammensetzung

$$(SiO_3)_2Ca_2 \,.\, \begin{cases} SiO_2 \,.\, SiO_2 \,.\, SiO_3H_2 \,.\, SiO_3K_2 \\ 2\,[SiO_3H_2 \,.\, AlO_3H_3 \,.\, AlO_3H_3 \,.\, AlO_3H_3]. \end{cases}$$

Der Bauplan ist der gleiche wie beim Harmotom, was in Übereinstimmung mit der kristallographischen Verwandtschaft der beiden Mineralien ist. Beim Phillipsit ist zunächst eines der vier freien SiO_2-Moleküle mit H_2O abgesättigt, eine Tatsache, welche mit dem Charakter des Zeolithwassers wohl zu vereinbaren ist. Das vierte SiO_2-Molekül ist schließlich noch mit K_2O abgesättigt. Auch dieser Eintritt dürfte mit der beweglichen Natur der Metalloxyde in Zeolithen in Einklang zu bringen sein. Wesentlich aber ist, daß mit dem Eintritt dieses Metalloxydes gemäß der Konstanz des Verhältnisses Summe der Metalloxyde : Al_2O_3 ein weiteres Mol Al_2O_3 eintreten muß. Dieses geschieht im vorliegenden Falle dadurch, daß $1\,SiO_3H_2$ durch $1\,AlO_3H_3$ ersetzt wird. Vom Standpunkt der Isomorphie aus ist dieser Ersatz einigermaßen verständlich; es tritt einfach an Stelle eines vierwertigen Si-Atomes die vierwertige Gruppe AlH, entsprechend

$$\begin{array}{l} \quad\;\; =O \\ Si \;-O-H \\ \quad\;\; -O\;\;H \end{array} \;=\; \begin{array}{l} \quad\;\; -O\;\;H \\ Al \;-O-H \\ \quad\;\; O\;\;H \end{array}$$

Der Fall hat gewisse, wenn nicht ganz vollständige Analoga in großer Zahl, z. B. $SiNa = AlCa$ (Plagioklase), $CCa = NNa$ (Calcit-Natronsalpeter), $SiZr = PY$ (Zirkon-Xenotim) usw. Dazu sei ferner noch bemerkt, daß volle Gleichheit der Summe der Elektronen der unterscheidenden Bestandteile besteht, nämlich $Si = AlH = 14$.

Es wird die Bemerkung nicht unterdrückt, daß die Konstitution des Phillipsites sich vielleicht einfacher in einem dem Harmotom ähnlichen Bauplan darstellen läßt. Jedoch zeigt ein Blick auf die Analysentabelle, daß im Wechsel der Komponenten eine außerordentliche Mannigfaltigkeit herrscht. Der Phillipsit mit seinem relativ großen Verhältnis Summe der Metalloxyde : SiO_2 erläutert besonders deutlich die für unsere allgemeinen Betrachtungen wichtige Tatsache, daß mit Zunahme der Metalloxyde auch die Menge des Aluminiumoxydes zunimmt, sehr angenähert unter Wahrung der Konstanz des Verhältnisses der beiden Komponenten.

Die kristallographische Gleichwertigkeit $SiO_3H_3 = AlO_3H_3$, darin bestehend, daß die Atomgruppe $\begin{matrix}=O\\-O-H\\-O-H\end{matrix}$ in ihren vier freien Wertigkeiten durch Si, im anderen Falle durch Al + H gesättigt ist, bei gleichzeitiger nahezu vollständiger Wahrung der Konstanz des Verhältnisses Metalloxyd : Al_2O_3, bildet die zweite Grundlage für die hier entwickelte Auffassung von der Konstitution der Zeolithe.

Auch bei dieser kristallographischen Gleichwertigkeit ist die Stärke der neuen Bindungen in beiden Gruppen SiO_3H_2 und AlO_3H_3 wieder vom gleichen Grade. Doch ist der Unterschied dadurch etwas größer, daß im zweiten Falle das dritte H-Atom vielleicht fester sitzt als das Si an der gleichen Valenz in der ersten Gruppe. Dieser Unterschied ist im Einklang mit der Tatsache, daß diese Gleichwertigkeit, welche den später zu nennenden mit großer Häufigkeit auftretenden Überschuß an SiO_2 bei Zeolithen bewirkt, nur in mäßigem Umfang wirksam ist. Gemäß dem atomaren Aufbau der Kristalle kann also an eine Atomgruppe $\begin{matrix}=O\\-OH\\-OH\end{matrix}$ innerhalb mäßiger Schwankungen bald 1 Si, bald 1 Al + 1 H beim Weiterwachsen des Kristalles sich anlegen.

Wegen der Verbindung dieser Gleichwertigkeit mit der Konstanz des genannten Verhältnisses ist es notwendig, die Frage nach dieser Konstanz noch etwas näher zu prüfen. In den obigen Tabellen ist dieses Verhältnis in einer sehr großen Zahl von Fällen innerhalb der Fehlergrenzen als konstant anzusehen. In anderen Fällen bestehen geringe Abweichungen; jedoch lassen diese bestimmte Schlußfolgerungen nicht zu. Etwas bestimmter scheint das Ergebnis bei Betrachtung der Analcim-Analysen von Foote und Bradley (Am. Journ. Sci. 1912. (4.) **33**. 433) zu sein:

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO_2 . . .	4,46	4,16	4,18	4,29	4,45	4,61	4,27	4,82
Al_2O_3 . . .	1,06	1,07	1,05	1,05	1,02	1,09	1,01	1,07
Na_2O . . .	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
H_2O . . .	2,24	2,12	2,17	2,19	2,21	2,25	2,15	2,53

Die in dieser Tabelle enthaltene Tatsache, daß die Zahl für Al_2O_3 konstant etwas größer als 1 ist, scheint anzudeuten, daß

wirklich im Verhältnis $Al_2O_3 : Na_2O$ kleine Schwankungen vorkommen. Nach unserer ersten Annahme ist das Zurückbleiben des Natrons gegenüber dem Aluminiumoxyd verständlich. Wir wissen, das erstere sitzt verhältnismäßig locker im Kristallbau, ähnlich wie H_2O, und kann unter Umständen bei veränderten Konzentrationsbedingungen gewissermaßen in geringem Betrage ausgelaugt werden oder primär beim Kristallwachstum gegenüber dem Aluminiumoxyd etwas nachhinken. Von wesentlicher Bedeutung scheint die Erscheinung jedenfalls nicht zu sein.

Von ungleich größerer Bedeutung wäre jedoch die Gleichwertigkeit $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$, selbst wenn sie nur in geringem Umfang wirksam wäre. Diese Wirkung sei am Analcim erläutert, dessen Grundformel wir als $SiO_3Na_2 . SiO_2 . [2\,SiO_2 . AlO_2H . AlO_3H_3]$ (= $1\,SiO_3Na_2 + 1\,SiO_2 + 1$ Kaolin) schreiben. Wir ersetzen AlO_3H_3 durch SiO_3H_2 und demgemäß AlO_2H durch SiO_2 unter Wahrung der Konstanz $Al_2O_3 : Na_2O$, d. h. schließlich unter vollständiger Weglassung von Na_2O, und erhalten so einen Körper von der Zusammensetzung $SiO_2 . SiO_2 . [2\,SiO_2 . SiO_2 . SiO_3H_2]$. Dieser Körper existiert natürlich für sich nicht. Ist aber diese Vertretung $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$ in der Grundformel des Analcim nur in ganz geringem Umfange wirksam, immer unter Wahrung der Konstanz des Verhältnisses $Al_2O_3 : Na_2O$, dann liefert sie eine höchst einfache Erklärung des SiO_2-Überschusses im Analcim; es ist eben in dieser Grundformel ein kleiner Teil von AlO_3H_3 durch SiO_3H_2 ersetzt, während am SiO_3Na_2-Bestand ein entsprechender kleiner Teil des locker sitzenden Na_2O wegbleibt oder mit anderen Worten ein entsprechender Teil dieses SiO_2-Bestandes nicht durch Na_2O abgesättigt ist, wobei ein geringes Nachhinken, entsprechend dem Molekularverhältnis der Tabelle, bewirkt wird. Der aus der Tabelle ersichtliche Überschuß an H_2O ist auf einfache Weise zu deuten. Wir haben in der Grundformel mehrere ungesättigte Reste, AlO_2H oder die freien SiO_2-Atome. Gemäß den Eigenschaften des Zeolithwassers können also leicht noch geringe Mengen von H_2O, je nach den äußeren Bedingungen, angelagert werden; die Neigung hiezu wird sogar eine nicht unbeträchtliche sein. Bei dem Ersatz AlO_3H_3 durch SiO_3H_2 und damit von SiO_3Na_2 durch SiO_2 wird die Möglichkeit der H_2O-Anlagerung sogar noch vermehrt, $2\,H_2O$ (eines davon an das freiwerdende SiO_2) an Stelle der ursprünglichen $1\frac{1}{2}\,H_2O$.

Mit diesen Betrachtungen über die Konstitution des Analcims steht nun die zweite Gruppe von Schlußfolgerungen aus den obigen Tabellen recht gut in Einklang. Die Verhältnisse $Al_2O_3 : SiO_2$ bezw. $Al_2O_3 : H_2O$ (in gleicher Weise natürlich auch Summe der Metalloxyde: SiO_2 bezw. H_2O) sind innerhalb einer einzelnen Reihe gewissen Schwankungen unterworfen. Es ergibt sich auch hier vorwiegend ein Überschuß von SiO_2 und H_2O über eine gewisse

Normalformel. Bei Chabasit und Gmelinit, deren Normalformeln (siehe später) unabgesättigte SiO_2- oder Aluminiumhydroxyd-Moleküle nicht mehr enthält, ergibt sich ein Überschuß von Wasser erst dann, wenn gleichzeitig ein Überschuß von SiO_2, also unabgesättigte Reste vorhanden sind. Der Überschuß an Wasser bleibt hier immer gering. Beim Mesolith fällt der H_2O-Überschuß konstant mit Abnahme der SiO_2-Menge. Beim Harmotom fällt die H_2O-Zahl mit jener für SiO_2. Besonders auffallend ist bei Heulandit die Tatsache, daß mit steigendem SiO_2-Überschuß die H_2O-Menge regelmäßig abnimmt. Bei Desmin ändert sich das Verhältnis $Al_2O_3 : H_2O$ verhältnismäßig wenig, wobei von No. 36 und 42 abgesehen sei. Dagegen steigt das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3$ stetig mit wachsendem SiO_2-Gehalt. Bei Phillipsit liegen offenbar mehrere Mischungsreihen vor. Darum sei vorläufig von einer weiteren Erörterung abgesehen.

Wir haben also offenbar auch bei den übrigen Zeolithen die beim Analcim sichergestellte Tatsache eines wechselnden Überschusses von SiO_2, z. T. auch von H_2O, über eine gewisse Normalformel. Die Erklärung hiefür gestaltete sich bei Analcim ziemlich einfach; der gleiche Weg ist jedenfalls auch bei den anderen Zeolithen zu betreten. (Schluß folgt.)

Zur Morphogenie des Küstengebiets im südlichen Deutsch-Ostafrika.

Von **H. v. Staff** † und **E. Hennig.**

Mit 8 Profilen.

(H.) Frau Dr. med. dent. Hella v. Staff übermittelte mir aus dem Nachlaß Hans v. Staff's folgende druckfertige Zeichnungen nebst Erläuterungen mit der Bitte um Prüfung. Sie erscheinen mir als willkommene Veranschaulichung morphologischer Entwicklung eines typisch gebauten Küsten- und Stufenlandes. Ihnen könnte mehr als regionalgeologischer Wert inne wohnen. Auf alle Fälle bieten sie eine klare und im wesentlichen einleuchtende Ergänzung zu den umfangreichen Darlegungen, die v. Staff dem Gegenstande noch hatte widmen können[1].

[1] H. v. Staff, Geschichte der Umwandlungen der Landschaftsformen im Fundgebiet der Tendaguru-Saurier. Sitz.Ber. Ges. naturforsch. Freunde 1912. p. 142—149. — Beiträge zur Geomorphogenie und Tektonik des südlichen Deutsch-Ostafrika. Ergebn. der Tendaguru-Expedition 1909—11 im Archiv f. Biontologie. III. Heft 3. 1913/14. — Hennig und v. Staff, Morphologische Karte des südlichen Küstenlandes von Deutsch-Ostafrika. Ebenda. 1912. — Vgl. Hennig, Morphogenetische Ergebnisse und Probleme aus dem Süden Deutsch-Ostafrikas. Petermann's Mitt. 1917. p. 380—382.

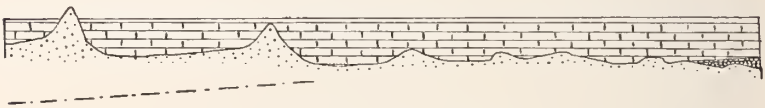
Darstellung der Morphogenese des Lindibezirks in einer Folge von schematischen Profilen (v. St.).

I. Oberjurameer.

Weder die Mächtigkeit, noch die Küste des Oberjurameeres sind näher bekannt. Daß landeinwärts von der Küste eine Inselberglandschaft vorlag, deren Inselbergsockelfläche mehr oder weniger peneplainisiert war, ist nach Analogie mit den Verhältnissen der Kreidetransgression sehr wahrscheinlich.

II. Wende von Jura und Kreide.

Da der oberste Jura fehlt und die Unterkreide bald auf Gneis, bald auf Jura transgrediert, ist eine Festlandsphase mit entsprechender Verebnung, die den Jura teilweise entfernt, als zwischen Jurameer und Kreidetransgression eingeschaltet anzunehmen. Diese Periode würde die Höhe der harten Inselberggneise nur wenig herabmindern, aber vermutlich den Verwitterungsschutt der weichen Sockelflächen erheblich ausräumen und der veränderten Lage der Erosionsbasis in der Höhenlage anpassen.

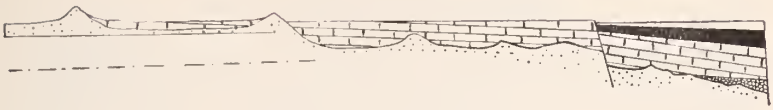


III. Schluß der Unterkreide.

Das Kreidemeer überflutet infolge langdauernder Senkung des Landes allmählich das Gebiet bis weit ins Innere, so daß zuletzt nur noch wenige Inselbergspitzen als echte Inseln aufragen und neben der fernen Küste Material zu den klastischen Seichtwassersedimenten liefern.

IV. Oberkreide.

Dem Fehlen der Oberkreide entspricht eine Landhebung, die eine Verebnungsphase einleitet, deren Peneplain die Kreideschichten etwas diskordant abschneiden dürfte. Die Kreide-Gneisgrenze wird meerwärts verlegt und einzelne der zuvor begraben gewesenen Inselberge werden wieder freigelegt.

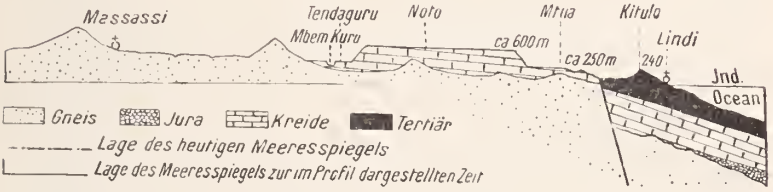


V. Beginn des Alttertiärs.

Ein Verwurf gestattet dem Alttertiärmeere, bis zu dieser Grenze vorzudringen und infolge des langsamen Weitersinkens der vom Meere eroberten Scholle eine mächtige Serie von Seichtwassersedimenten abzusetzen. Das Kreideinland verebnet sich immer mehr (Notozyklus), soweit dies noch nicht schon in der Phase IV geschehen ist.

VI. Oberes Miocän.

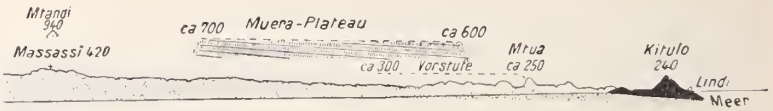
Ein neuer Verwurf auf der alten Dislokationslinie oder aber die Gesamtsumme der in Phase V erfolgten langsamen Weitersenkungen der tertiärbedeckten Scholle hat die Kreide der Plateauregion hoch über die Auflagerungsfläche des Tertiärs, mit der sie einst eine kontinuierliche Peneplainfläche (in Phase IV) bildete, herausgehoben. Die zur Trockenlegung des Tertiärs führende Hebung leitet die Verebnungsphase des Tendaguruzyklus ein, die eine Herausbildung des Westabsturzes des Kreideplateaus, eine erhebliche Ausräumung des Gneisschuttes und damit ein relatives Erhöhen der Inselberge bewirkt.



VII. Pliocän — Gegenwart.

Morphogenetisches Profil Lindi—Massassi (10fach überhöht).

Eine erneute Hebung inauguriert den Mbemkuruzyklus, dessen Wirkungen bereits durch Vermittlung der aus Phase IV stammenden Durchbruchstäler bis westlich der Plateauzone reichen.



Geologisches Profil von Massassi bis Lindi nach Bornhardt's farbiger Taf. II, zeigt die bisherige Auffassung einer direkten Auflagerung des Tertiärs (schwarz) auf dem Gneis (punktiert) ohne Zwischenlagerung der Kreide (gestrichelt). Obwohl die ausgezogene Profillinie lediglich die Zufälligkeiten von Bornhardt's Marschroute darstellt und die Kreide der Vorstufe (weiß) als angeblich von Mikindanischichten verdeckt gezeichnet ist, treten die Erosionsbasen der drei letzten Zyklen in ihrer relativen Höhenbeziehung klar hervor. Geändert gegenüber der Vorlage ist nur die Höhe des Kitulo, sowie die schräge Schraffur der Kreide.

(H.) Einige Bemerkungen seien dazu erlaubt.

Die Skizzen sind als schematische gedacht und bezeichnet, fußen aber auf einem konkreten Profil-Beispiel. Schematisieren ist unbedingt zulässig, wenn dadurch Hauptzüge geologischer Entwicklung verdeutlicht werden können, vollends in einem Stadium der Erforschung, wie es hier vorliegt. Gegen den Verfasser beiläufig gerichtete, eigentlich auf einen andern Gegner gemünzte Vorwürfe[1] müssen jedem als haltlos erscheinen, der den ungewöhnlich scharfen Denker und selbständigen Forscher v. Staff kannte.

Zu I—II. v. Staff rechnete den inneren, durch eine weite Lücke kristallinen Landes getrennten Sedimentstreifen auf Grund der Literatur noch zur Folge der jungmesozoischen Ablagerungen. Tatsächlich dürfte die Jura-Kreideküste nicht allzuweit landeinwärts vom Tendaguru-Stufenrand zu suchen sein. Die innere Zone gehört offenbar dem Karroo an. Der oberste Jura ist in den Tendaguru-Schichten an der Basis vertreten und geht lückenlos in die Unterkreide über. Dagegen besteht gegenüber dem Dogger eine scharfe Diskordanz. Sie dürfte gemeint sein oder ist wenigstens unschwer für die genannte einzusetzen.

Zu IV. Durchaus entsprechend leitet (nach v. Staff kaum mehr bekannt gewordenen Ergebnissen) oberste Kreide die Tertiärablagerungen des engeren Küstenstreifens ein, ist aber der älteren Kreide nur am Fuße angelagert, also tatsächlich durch eine Landhebung aufs schärfste von ihr getrennt. Die dieser Zeit zugeschriebene Einebnung habe ich schon früher (1917) nicht widerlegen können, aber doch anzweifeln müssen. Das durch v. Staff entworfene Bild kann jedenfalls allein schon durch die Regression des Unterkreidemeeres zustande kommen. Die weitere Entwicklung in dem hier dargestellten Sinne würde also durch Fallenlassen dieses ältesten Verebnungszuges kaum beeinträchtigt.

Insgesamt kann ich mir daher den Gedankengang v. Staff's auch nach wiederholter Prüfung wohl zu eigen machen und sehe in der klaren Gesetzmäßigkeit des Verlaufs, wie er ihn hier mit wenigen Strichen vor Augen führt, ein brauchbares Paradigma, das entsprechend angewandt und angepaßt auch auf andere Küsten-Plateau-Landschaften Licht werfen könnte.

[1] A. Penck, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1920. p. 132.

Die Höhenlage der Rhön.

Von **Hermann Harrassowitz** in Gießen.

In dem jungvulkanischen Gebiete, das sich zwischen Thüringer Wald und Rheinischer Masse ausdehnt, befindet sich die Auflagerung der basaltischen Lavaströme nur in geringer Höhe. In der Hohen Rhön steigt sie aber stark an und erregt dadurch besonderes Interesse. Bei seiner morphologischen Untersuchung kam Dietrich 1914 nur zu dem beschreibenden Ergebnis: „Die höchsten Erhebungen in der gegenwärtigen Höhenlage der „vorbasaltischen" Landoberfläche decken sich mit den höchsten Erhebungen in der „heutigen" Hohen Rhön". Dabei sei aber gleich darauf hingewiesen, daß hier eine Unklarheit im Ausdruck vorliegt, da eigentlich die präoligocäne und die unmittelbar präbasaltische Landschaft, die genetisch ganz verschieden sind, auseinandergehalten werden müssen. Neuerdings kommt nun Braun wieder auf die Frage zu sprechen und erklärt die Höhe durch eine vorbasaltische Abbiegung der präoligocänen Oberfläche nach Westen hin. Der Muschelkalksockel wird dabei als ein Ausläufer der südwestdeutschen Stufenlandschaft betrachtet.

Aus verschiedenen geologischen Beobachtungen, die ich zum größeren Teil selbst anstellen konnte, ergeben sich aber weitere wichtige Momente zur Beurteilung der Hohen Rhön. Vorläufige Ergebnisse morphologisch-geologischer Untersuchungen zwischen Rhön und Rheinischer Masse seien angefügt.

Schon in der Miocänzeit, als sich die vorbasaltischen Sande und Schotter absetzten, muß eine Hohe Rhön vorhanden gewesen sein. Wenn wir die Schotter betrachten, wie sie sich weiter westlich am Rande des Vogelsberges, etwa bei Angersbach, finden, so ergibt sich aus ihren bezeichnenden verkieselten Oolithen, daß sie aus Muschelkalkhöhen im Osten herstammen müssen. Denn im Untergrunde des Vogelsberges selbst finden wir so wenig Muschelkalk, daß er dafür gar nicht in Frage kommt. Nur ein Gefälle von Osten her kann für die Herkunft verantwortlich gemacht werden.

Einwandfreier können wir die topographischen Verhältnisse für das Oligocän beurteilen. Im mittleren Teile dieser Zeit erstreckte sich das Septarientonmeer vom Oberrhein her an der Rheinischen Masse vorbei nach Norddeutschland. Im ganzen Umkreise des Vogelsberges können wir dies mit marinen Fossilien belegen. Die östlichsten Vorkommen liegen bei Alsfeld und zwischen Schlüchtern und Wächtersbach. Weiter, und in das Gebiet der heutigen Rhön hinein, ist das Meer aber nicht gekommen. Durch das bekannte, deutlich festländische Mittel-Oligocän-Vorkommen von Lieblos ist die Grenze des Meeres bestimmt, und daraus klar, daß im Osten eine Erhöhung bestanden hat. Bücking (1912, p. 115) spricht dies schon klar aus. Genau so wie im Westen an der

Rheinischen Masse, so wurde hier an der Rhön die präoligocäne Landschaft abwärtsgebogen und von dem Meere bedeckt. Durch diese Abbiegung wurde natürlich auf dem Festlande eine starke Abtragung eingeleitet und die alte Landschaft zerstört. So enthalten die miocänen Sedimente alle die hellen Quarzsande und Schotter, nebst Tonen, die der ursprünglichen Kaolinisierungs-Verwitterung der Voroligocänzeit entsprechen. Da diese Kaolinisierung im Bereich der Rhön noch nicht sicher anstehend nachgewiesen worden ist, dürfte die präoligocäne Oberfläche kaum noch irgendwo intakt vorhanden sein. Für unsere Betrachtungen ist dies hier gleichgültig, wir stellen jedenfalls fest, daß die Rhön schon im Oligocän als Hochgebiet vorhanden ist.

Von einer Abbiegung der Landoberfläche ist die Rede gewesen. Aus dem tektonischen Bau läßt sich aber zeigen, daß auch eine selbständige Aufwärtsbewegung dabei in Frage kommt. Wie aus den früheren Aufnahmen der Preuß. Geolog. Landesanstalt und auch besonders aus Bücking's geologischer Rhönkarte hervorgeht, zieht durch die Hohe Rhön eine Hebungsachse hindurch. Diese Achse verrät sich, vom kristallinen Spessart ausgehend (vgl. etwa Lepsius, Geol. Karte von Deutschland, Blatt Frankfurt) zunächst durch die Aufragungen älterer Gesteine bei Bieber, dem alten Bergbaugebiete. Bei Bad Orb wird sie kenntlich und dann sehen wir Aufragungen von Unterem Buntsandstein bei Kothen, und Motten nördlich von Brückenau und dann folgt im Streichen eine deutliche Sattelachse, die auf Blatt Tann besonders zur Geltung kommt. Und gehen wir nun im Streichen weiter, dann erreichen wir die kristallinen Aufragungen von Gneisen und Graniten bei Ruhla und Brotterode im Thüringer Wald. In der Rhön entnehmen wir aus dem ganzen tektonischen Bilde, daß diese Sattelachse zeitlich mit all den vielen Störungen übereinstimmt, die im Untergrunde der Basalte das interessante tektonische und vulkanotektonische Kartenbild ergeben. Es wird sich vermutlich um die jungjurassische Störungsperiode handeln.

Aber in dieser Zeit hat sich die Achse nicht zum ersten Male betätigt. Schon viel früher können wir sie nachweisen, wie ich schon vor 9 Jahren an Gesteinen des Rotliegenden und Zechstein (Meyer, 1912, p. 58—60) belegte. Ein aufragender Zug kristalliner Gesteine verlief schon in der Rotliegend- und Zechsteinzeit vom Spessart unter der jetzigen Rhön zum Thüringer Wald, durch verschiedene Momente, Einschlüsse kristalliner Gesteine in Basalttuffen, Bohrungen, Fehlen des Rotliegenden unter dem Zechstein klar erweisbar.

Unter der Hohen Rhön befindet sich also eine alte Hebungsachse, die zum ersten Male in der Permzeit nachweisbar ist und sich in der folgenden Zeit wieder durchgesetzt hat. Ein posthumes Aufleben varisti-

scher Züge liegt vor uns, wie es uns nichts Unbekanntes darstellt. Krebs sprach (1919, p. 323) schon von einer Hebungszone, die vom Odenwald und Spessart nach NO zieht und Deecke legte kürzlich dar, wie sich die alten Züge immer wieder durchsetzten. Damit kommt eine andere bisher nicht erörterte Möglichkeit in den Bereich der Diskussion, ob nicht auch jüngere Hebungen in nachbasaltischer Zeit in der Hohen Rhön eingetreten sind, wenn wir die Zone sich früher mehrmals betätigen sehen.

Auffällig ist nun aber, daß wir topographisch keine gleiche Höhe in dem ganzen Zuge nachweisen können, sondern daß im Streichen mehrfach Unterbrechungen eintreten. Dies beruht darauf, daß den varistischen steigenden Zonen auch hercynische gegenüberstehen, als Zeichen der Vergitterung der Richtungen, wie wir sie im tektonischen Bilde von Mitteldeutschland ja so ausgezeichnet verfolgen können. Krebs (p. 333) gab eine solche hercynische Richtung in der Gegend von Meiningen auf seinem Kärtchen schon an. Wir finden sie aber ausgezeichneter nach Westen ausgeprägt. In einiger Zeit nach Abschluß der morphologischen Untersuchung, von der ich Andeutungen schon in mehreren Arbeiten gegeben habe, werde ich für den Hohen Vogelsberg nachzuweisen suchen, daß hier eine hercynische streichende Aufrichtung, noch bis an die Lahn verfolgbar, vorliegt. Diese läuft parallel der Weilburger und Nassauer Aufwölbung, die im östlichen Teil der Rheinischen Masse vieles an der Verteilung der Höhen (Einschnitte der Lahn bei Weilburg—Ems z. B.) erklären und sich so klar in dem gegenseitigen Durchkreuzen der tertiären und diluvialen Ablagerungen längs des Lahnlaufes (vgl. Ahlburg, Taf. 17) äußern.

Die Auflagerungsfläche der Basaltströme der Rhön fällt nach Westen hin deutlich ab. Über den Landrücken hinweg können wir feststellen, daß dieses Verhalten bis an den Vogelsberg geht und von diesem konnte schon früher (Kaiser und Meyer, p. 88) nachgewiesen werden, daß das Gleiche der Fall ist, da die Fläche im Osten bei ungefähr 420 m, im Westen bei Gießen aber bei rd. 225 m Höhe liegt. So liegt von der Hohen Rhön aus ein gleichmäßiges Gefälle nach Westen bis zur Rheinischen Masse (dasjenige nach O sei hier nicht näher besprochen) um rund 600 m in der Auflagerungsfläche der Basalte vor uns. Morphologisch spricht sich dies aber nicht unmittelbar aus, sondern jüngere nachbasaltische Einebnungen machen sich mehr geltend, auf die ich schon 1916 (Klimazonen p. 223) und 1916 (p. 36) hinwies. Aus dem westlichen Vogelsberg habe ich sie vor kurzem beschrieben (vgl. dies. Centralbl. 1922, p. 237). Krebs kam von Süden her 1919 zu denselben Gesichtspunkten und gab das Alter ebenfalls als voroberpliocän an. Hohe Rhön, Hoher Vogelsberg und Knüll zeigen alle die gleichen morphologischen Züge. Sie sind

morphologisch aufgesetzte Berge und überragen nachbasaltische Einebnungen, die sich zwischen ihnen hindurchziehen. (Für den Vogelsberg liegen dabei noch besondere Komplikationen vor.) Schon passende Aussichtspunkte zeigen ohne näheres Studium das gleichartige Verhalten der drei Gebirge. Betrachten wir etwa die Rhön vom Klöshorst bei Grebenhain im östlichen Vogelsberg, oder das Knüllgebirge von Treysa aus, oder den Vogelsberg von Gießen her, immer haben wir das gleiche Bild, daß die Höhen einer im Vordergrunde befindlichen jüngeren Einebnung aufgesetzt sind. Für den westlichen Vogelsberg konnte ich jüngst (1921) den Nachweis bringen, daß die Einebnung durch die bauxitische Verwitterungsrinde gekennzeichnet ist und damit ein wichtiges, aber gern vernachlässigtes Kriterium einer fossilen Landoberfläche besitzt. Vom östlichen Vogelsberg habe ich 1916 (Blockfelder p. 38) die dazugehörige Verwitterungsrinde bekanntgegeben, die sich jetzt als eine Art „Kaolinisierung" erweist.

Das Alter der Einebnungen erläutert sich aus den schon in den Tälern eingelagerten oberpliocänen Schichten als vor-oberpliocän. Bisher war dies nur für die Fuldaer Gegend klar. Neuerdings ergibt sich aber auch für die Gießener Landschaft, daß eine viel stärkere Auffüllung der Täler eingetreten sein muß. Unmittelbar vor den Toren der Stadt konnte ich ein Pliocänvorkommen nachweisen, das von der höchsten Lahnterrasse bis unter die jetzige Talsohle hinunterreicht. (Beschreibung im Druck.)

Angeführte Literatur.

Ahlburg, J.: Über das Tertiär und das Diluvium im Flußgebiete der Lahn. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A. f. 1915. 36. T. 1. 1915.

Braun, G.: Exkursionsber. d. Geogr. Inst. Greifswald. 1920/21. 39. Jahresber. Geogr. Ges. Greifswald. 1921/22.

Bücking, H.: Über vor- und nachbasaltische Dislokationen und die vorbas. Landoberfläche in der Rhön. Z. d. D. Geol. Ges. 64. 1912.

Dietrich, Bruno: Zur Morphologie der Rhön. 92. Jahresber. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 1914.

Harrassowitz, H. (Meyer): Der Zechstein in der Wetterau und die regionale Bedeutung seiner Fazies. Ber. Oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkd. N. F. Naturw. Abt. 5. 1912.

— Klimazonen der Verwitterung und ihre Bedeutung für die jüngste geologische Geschichte Deutschlands. Geol. Rundschau. 7. 1916.

— Die Blockfelder im östlichen Vogelsberg. Ber. über die Vers. d. Niederrh. Geol. Ver. 1916.

— Die Entstehung der Oberhessischen Bauxite und ihre geologische Bedeutung. Z. d. D. Geol. Ges. Mon.-Ber. 1921. p. 186.

— Landschaftsaufbau am Ostrande der Rheinischen Masse. Dies. Centralbl. 1922. p. 233—242.

Kaiser, E. u. Meyer, H. L. F.: Ber. über die 7. Hauptversammlung zu Gießen. Ber. über d Vers. d. Niederrh. Geol. Ver. 1913. 2. H.

Krebs, N.: Morphol. Probleme in Unterfranken. Z. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1919.

Neue Funde fossiler Säugetiere in Spanien.

Von **Max Schlosser** in München.

Die Zahl der spanischen Fundorte fossiler Wirbel- — namentlich Säugetiere — wird jetzt erfreulicherweise immer größer. Zwei eben erschienene Arbeiten von Eduardo Hernandez Pacheco:

La Llanura Mancheca y sus mamíferos fósiles. Junta para amplicación de estudios e investigaciones científicas. Comisión de investigaciones paleontológicas y prehistóricas. Memoria. Num. 28. Madrid 1921. 43 p. 2 Taf. 1 Karte u. 12 Textfig. und

El yacimiento de mamíferos cuarternarios de Valverde de Calatrava y edad de los volcanes de Ciudad Real. R. Sociedad Española de História natural. Madrid 1921. 18 p. 4 Taf. 1 Karte

berichten uns von Funden aus dem südlichen Spanien, Prov. Toledo und Ciudad Real, das bisher in dieser Hinsicht ganz steril zu sein schien.

Die erstere Lokalität — La Puebla de Almoradier, Prov. Toledo — liegt in der Ebene „Mancha", die von kristallinen Gebirgen umgeben ist. Bei einer Brunnengrabung, bei welcher 2 m Mergel, 8 m plastischer Ton und 10 m Gips durchfahren wurden, kamen bei 13 m Tiefe Knochen und Zähne zum Vorschein, welche sich auf *Hipparion, Hyaena, Gazella* und Schwimmvögel verteilen. Außerdem enthielt der Gips ovale, mehr oder weniger abgeflachte Gebilde, die wohl als Eier von Vögeln gedeutet werden dürfen. Weitaus am zahlreichsten sind die Zähne von *Hipparion gracile*, jedoch scheint die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen zu sein, daß sie nur von einem einzigen Individuum stammen, denn es sind 3 I des Unterkiefers, je ein rechter und linker P^2, P^3 und M^2 nebst P_3 des linken und M_3 des rechten Unterkiefers und eine 2. Phalange. Die Merkmale, durch welche sich dieses *Hipparion* von dem echten *gracile* unterscheidet — geringe Größe der Zähne, länglich dreieckiger Protokon, viereckiger Umriß der mittleren Halbmonde der oberen P und M, Dreieckform der Schmelzschlingen der unteren M — hält Pacheco für genügend, um hierauf eine besondere Subspezies — *H. gracile rosinantis* — zu begründen, welche sich am engsten an *H. plicatile* Leidy von Florida anschließen soll, weshalb er auch geneigt ist, eine Wanderung von *Hipparion* in der Richtung des Atlantischen Ozeans anzunehmen, was aber schwerlich Anklang finden dürfte. Es wird sich wohl doch nur um eine Lokalrasse von *H. gracile* handeln.

Wichtig ist die Kartenskizze der Fundplätze von *Hipparion* auf der Iberischen Halbinsel. Es sind dies Concud und Algazares in Teruel, Tarrasa, Castelbisbal, Sabadell und Piera in Barcelona, Seo de Urgel und Sanabastre in Lérida, Carrión de los Condes in

Palencia, Vitoria, Colmenar de Oreja, Almenara in Cuenca, Almoradier in Toledo, Alcoy in Alicante, und vier in der Umgebung von Lissabon.

Hyaena eximia R. et Wagn. ist durch einen linken P_3 und ein Zehenglied vertreten. Sie kommt auch bei Concud vor.

Von *Gazella deperdita* Gerv. fanden sich zwei Oberkiefer, Fragmente von Unterkieferzähnen und von einem Horn sowie von Humerus und Femur, zwei Astragali und ein Magnum (?), die jedoch keine besondere Besprechung verdienen.

Wesentlich interessanter als diese Säugetierreste von Almoradier, über deren Zugehörigkeit zur Fauna der pontischen Stufe ja kein Zweifel besteht, sind jene von Valverde de Calatrava bei Ciudad Real am Guadiana, denn sie liegen unter basaltischen Lapilli, welchen Pacheco auf Grund seiner Bestimmungen dieser Tierreste pleistocänes Alter zuschreibt und sie noch dazu in die zweite Interglazialzeit versetzt, weshalb auch den in der Umgebung von Ciudad Real verbreiteten Basaltlaven pleistocänes Alter zukäme.

Das Becken von Ciudad Real wird von Silur begrenzt. Es ist ausgefüllt mit quartären subaerischen Bildungen, auf welchen sich an vielen Stellen vulkanische Kuppen erheben. Die Fundstelle der fossilen Tierreste liegt $1\frac{1}{2}$ km östlich von Valverde de Calatrava, ziemlich nahe am Guadiana. Sie sind in Sanden und Quarzgeröllen eingebettet, 6 m unter dem Humus, welche von 2,3 m basaltischen Lapilli und 4,5 m Kalktuff überlagert werden.

Pacheco führt folgende Säugetierarten an:

Elephas meridionalis Nesti, zwei nicht ganz vollständige M.

Hippopotamus amphibius L. subsp. *major* Owen, zwei Bruchstücke von unteren C und das Fragment eines M.

Equus caballus fossilis Cuv., ein gut erhaltener linker M_2 und ein unvollständiger oberer M.

Cervus sp., ein Fragment des linken, nach der Abbildung scheinbar eines rechten Unterkiefers mit M_3 nnd einen oberen M.

Diese Bestimmungen bedürfen jedoch einiger Bemerkungen.

Vollkommen sichergestellt sind die von *Elephas meridionalis* und *Hippopotamus major*. Auch der abgebildete Zahn — M_2 — von *Equus* dürfte kaum zu *Equus Stenonis* gehören. Der untere M_3 von *Cervus* zeichnet sich durch das Fehlen eines Basalpfeilers aus, was nur bei *Cervus dicranius* Nesti aus dem Pliocän vom Val d'Arno vorkommt, der auch in der Größe ziemlich gut übereinstimmt. — Der vermeintliche obere M ist ein oberer D^4 eines Boviden, welcher sich kaum von jenem des *Bos etruscus* Falc. unterscheidet, von dem mir ebenfalls ein Exemplar von Val d'Arno vorliegt.

Was nun die stratigraphische Verwertung dieser Säugetierreste betrifft, so gehört *E. meridionalis*, von einem einzigen Molaren aus den Sanden von Mosbach abgesehen, ausschließlich dem Oberpliocän an.

Hippopotamus scheidet, weil sowohl im Pliocän als auch im Pleistocän vorkommend, für Bestimmung des geologischen Alters vollständig aus.

Cervus dicranius und *Bos etruscus* kennt man nur aus dem Oberpliocän.

Für Pleistocän spräche also nur *Equus caballus fossilis*, ein Name, der jedoch ausgetilgt werden sollte, denn *E. caballus* kommt erst im Postglazial vor, die echt pleistocänen Pferde Europas sind teils der jetzt auf Westasien beschränkte *E. Przewalskii*, teils *E. germanicus* Nehr., ferner *taubachensis* Freudenberg, *süssenbornensis* und *mosbachensis* v. Reichenau, und gerade diesem letzteren schließt sich der von Pacheco abgebildete Zahn ziemlich enge an. *E. mosbachensis* gehört dem Altpleistocän, den Sanden von Mosbach bei Wiesbaden an. Es wäre gar nicht unmöglich, daß diese Art schon im Pliocän von Spanien entstanden wäre oder doch wenigstens dort schon einen Vorläufer besessen hätte. Indessen wird es doch gut sein, vollständigeres Material aus Spanien abzuwarten, bevor wir uns mit diesen Möglichkeiten weiter befassen.

So viel ist jedoch sicher, daß die wenigen bisher bei Ciudad Real gefundenen Säugetiere viel eher oberpliocänes als pleistocänes Alter besitzen. Wenn man daher das Alter der dortigen vulkanischen Ablagerungen ausschließlich auf Grund der Säugetierarten bestimmen will, so spricht die Wahrscheinlichkeit eher für Pliocän als für Pleistocän. Es wären also ähnliche Verhältnisse wie in der Auvergne. Daß übrigens der Vulkanismus in Spanien schon vor dem Pleistocän erloschen sein sollte, soll damit keineswegs behauptet werden. Gibt es ja doch im Rheinland — Andernach — sogar noch vulkanische Aschen, Bimssande, über dem Paläolithicum.

Besprechungen.

Gustav Adolf Walter: Die geschichtliche Entwicklung der rheinischen Mineralfarben-Industrie vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis zum Ausbruch des Weltkrieges. (Veröffentlichungen des Archivs für Rhein.-Westfäl. Wirtschaftsgesch. Bd. VI. Essen a. d. R. Baedeker 1922.)

Diese Schrift enthält auch für den Mineralogen bemerkenswerte Mitteilungen über Vorkommen von Mineralien, die zu Farbstoffen verarbeitet werden, und gibt eine ausführliche Darstellung über die Entwicklung der rheinischen Mineralfarben-Industrie, die zwar nicht den Umfang erreicht hat wie die Schwesterindustrie der „organischen“ Farbstoffe, aber doch ein wichtiges Glied der chemischen Industrie bildet. **R. Brauns.**

A. Stella: Le Miniere di Ferro dell' Italia (colla collaborazione di un gruppo di Soci della F. M. J.). Gr.-8. 426 p. mit 34 Taf. und 47 Textfig. Torino-Genova. S. Latter & Co., Editori 1921. Preis 70 Lire.

In diesem Werk werden die Eisenerzlagerstätten Italiens eingehend behandelt. Von jeder Lagerstättengruppe wird das geologische Vorkommen geschildert, die Erze und Gesteine ihrer Umgebung beschrieben, zahlreiche Erzanalysen, statistische Übersichten und Ergebnisse magnetischer Messungen mitgeteilt und die Bildungsweise der Erzkörper besprochen. Im Text werden einzelne Lagerstätten und die Art des Abbaus im Bilde vorgeführt; die Tafeln enthalten geologische Karten der einzelnen Erzgebiete in 1 : 4000 bis zu 200 000, Profile und Strukturbilder nach Dünnschliffen in natürlicher Größe und schwacher Vergrößerung. — Wer sich über die Eisenerzlagerstätten Italiens unterrichten will, von den alpinen an bis zu den vulkanischen Mineralsanden an der Küste von Latium und Neapel, findet in diesem inhaltreichen und sorgfältig durchgearbeiteten Werk einen zuverlässigen Führer.

R. Brauns.

A. Smits: Die Theorie der Allotropie. 8°. 500 p. mit 239 Fig. im Text. Leipzig, Verlag von Joh. Ambros. Barth. 1921. Preis 250 Mk., geb. 300 Mk.

Die Theorie, die in diesem Buch besprochen wird, behauptet folgendes: „Nennen wir das Vorkommen eines Stoffes in verschiedenen gleichartigen Phasen Phasenallotropie, so müssen die beiden Erscheinungen, die Komplexität der Phasen und die Phasenallotropie, bei demselben Stoff, in ursächlichem Zusammenhang miteinander stehen, nämlich in der Weise, daß Phasenallotropie immer ihren Grund findet in der Komplexität der Phasen. Die hier genannte Komplexität einer Phase besteht dann in dem Vorkommen verschiedener Molekülarten", womit gemeint ist nicht nur die verschiedenartigen Moleküle eines Stoffes, die isomeren oder polymeren Moleküle, sondern auch ihre elektrisch geladenen Dissoziationsprodukte, Ionen und Elektronen, während bei den Metallen auch noch die Atome dazu gehören.

Die Hypothese, auf welche diese Theorie sich stützt, besteht aus zwei Teilen: Der erste Teil sagt, „daß jede kristallisierte Phase eines allotropen Stoffes ein Zustand ist, welcher sich unter gewissen Umständen wie eine mehrkomponentige Phase verhalten kann"; der zweite Teil sagt, „daß als Ursache dieses Verhaltens die Komplexität, d. h. das Bestehen verschiedener Molekülarten angenommen werden muß, zwischen welchen bei unärem Verhalten, oder mit anderen Worten beim Verhalten wie einkomponentige Systeme, inneres Gleichgewicht besteht".

Diese Theorie wird im folgenden aufs ausführlichste in allen ihren Teilen begründet. In einem besonderen Kapitel werden die Systeme mit flüssigkristallinischer Phase behandelt, in einem anderen das Ostwald'sche Gesetz der Umwandlungsstufen. Dies bekommt folgende neue Fassung: „Wenn die Phasen, welche sich aus dem übersättigten Dampf bilden können, stark in ihrer Zusammensetzung voneinander abweichen, wird diejenige Phase zuerst erscheinen, welche der Dampfphase in bezug auf ihre Zusammensetzung am nächsten liegt." Die Einzelfälle werden hierzu untersucht. Das letzte Kapitel im theoretischen Teil ist der Interpretation der Röntgenspektra von Kristallen gewidmet; sie führt zu dem Schluß, daß sich die Valenzkräfte, welche in dem flüssigen Aggregatzustande die Existenz von Molekülen bezw. von Ionen veranlassen, in der kristallisierten Phase in der gleichen Weise äußern.

Der folgende experimentelle Teil bringt an vielen Beispielen Prüfung der Theorie auf nichtelektrischem Wege und auf elektrochemischem Gebiete. In dem ersten Abschnitt wird u. a. behandelt: Die Schmelzpunktserhöhung bei Schwefel, Erhöhung des Umwandlungspunktes bei Quecksilberjodid und Cristobalit, Einfluß der Vorgeschichte auf verschiedene Eigenschaften des Selens, die Komplexität des Phosphors. Zur Prüfung der Theorie der Allotropie auf elektrochemischem Gebiete wird das Eisen, Nickel und Aluminium herangezogen.

Aus diesen wenigen Andeutungen mag man den reichen Inhalt des auch für den Mineralogen wichtigen Werkes ersehen (vgl. hierzu die kritischen Ausführungen von Niggli in Zs. Krist. 56. 533—541).

R. Brauns.

Esper S. Larsen: The microscopique determination of the nonopaque minerals. (U. S. Geol. Survey. Bull. 679. 299 p. Washington 1921.)

In diesem Werk werden zuerst die Methoden zur Bestimmung der opt. Konstanten der Mineralien besprochen, insbesondere die Einbettungsmethode. Es folgen statistische Übersichten; hiernach sind 16,1 % der Mineralien einfachbrechend, 7,7 % opt. einachsig +, 13,5 % opt. einachsig —, zweiachsig + 28,9 %, — 30,0 %, unbekannt 3,8 %. Die Werte für die Lichtbrechung werden in Kurven dargestellt; sie liegen für die große Mehrzahl zwischen 1,5 u. 1,7.

Von etwa 500 Mineralien werden neue Werte für die Brechungsexponenten und 2V mitgeteilt, opt. Charakter, Auslöschungsrichtungen, Pleochroismus u. dgl. angegeben; dieser Teil allein umfaßt 128 Seiten.

Der nun folgende ebenso umfangreiche Teil enthält Tafeln zur Bestimmung der Mineralien nach ihren optischen Eigen-

schaften; in den ersten Tabellen geordnet nach der Höhe des mittleren Brechungsexponenten, in den folgenden nach optischem Charakter und ansteigendem Wert der Lichtbrechung (von α). In diesen sind je die 2 oder 3 Brechungsexponenten angegeben, chem. Formel des Minerals, 2V und Art der Dispersion, optische Orientierung, System und Habitus, Spaltbarkeit, Farbe, Härte und spez. Gew., dazu in einer letzten Spalte Bemerkungen. Mineralien, für die abweichende Werte bestimmt sind, finden sich nach diesen an mehreren Stellen. Ein Register enthält die Namen aller angeführten Mineralien.

Wie man sieht, gibt es kein gleiches Werk dieser Art; jedem Mineralogen und Petrographen wird es bei der Bestimmung der Mineralien große Dienste leisten. **R. Brauns.**

R. Langenbeck: Physische Erdkunde. I. (Die Erde als Ganzes und die Erdoberfläche.) Samml. Göschen Nr. 849 mit 26 Abb. Vereinig. wissensch. Verl. Berlin-Leipzig 1922.

Auf kurzem Raume ist bei sehr ansprechender Anordnung des reichen Stoffs das Wissenswerteste, sowie auch einiges an Methodischem zusammengetragen. Dabei ist nicht etwa nur Physiogeographisches behandelt, sondern auch die geologischen Kernprobleme des Erdinnern samt ihren Erforschungsmöglichkeiten. Kap. 10 über „Die Veränderungen in der Lage der Rotationsachse und der Geschwindigkeit der Rotation" hat besonders paläogeographische Bedeutung. Polverlegung größeren Umfangs, vor allem die Pendulationstheorie, werden abgelehnt. (p. 41 ist wieder einmal das Schwäbisch-Fränkische Stufenland „als typisches Beispiel" gewählt, obwohl es doch durch die Wirkungen des Rheintalgrabenbruchs so ganz absonderlich umgeformt wurde.) Weitere 3 Bändchen über den Gegenstand sind vorgesehen. **Hennig.**

Miscellanea.

Wichtige Arbeitshilfe. Bei der großen Schwierigkeit, Literatur zu erwerben, sei darauf hingewiesen, daß die „Reichszentrale für naturwissenschaftliche Berichterstattung" (Charlottenburg 2, Marchstr. 25) mittels des Kontophot-Verfahrens photographische Reproduktionen von Texten und Tafeln aus ihr benannten bezw. zugesandten Werken und Zeitschriften liefert. Die Fläche von 33 × 33 cm wird zurzeit noch für 6 Mk. geliefert, also billiger wie Auslandsliteratur im Original. Die Abzüge, photographischen Negativen gleich, sind sehr gut zu benutzen. Die Herstellung erfolgt sehr schnell. Pompeckj.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur chemischen Konstitution von Silikaten.

(4. Mitteilung.)

Von **B. Gossner** in Tübingen.

(Schluß.)

3. Die Konstitution der einzelnen Zeolithe. Bevor wir in die Diskussion der einzelnen Formeln eintreten, seien die grundlegenden beiden Annahmen nochmals kurz zusammengefaßt. Die erste Grundlage ist die Auffassung der Zeolithe als Doppelverbindungen, welche Hydroxyde des Aluminiums und Siliciums als einfachere Komplexe enthalten. Die Komplexe unterliegen der umkehrbaren thermischen Dissoziation unter Wahrung der Homogenität des Kristallbaues. Nach Eintritt der Dissoziation enthält der Kristall gewissermaßen unabgesättigte Reste (Oxyde). Freie Oxyde im Kristallbau der Zeolithe sind wohl immer als ungesättigte, also additionsfähige Bestandteile des Gesamtkomplexes zu betrachten. Auch die Metalloxyde (Na_2O, CaO usw.) sitzen im Kristallbau verhältnismäßig locker. Im Bestand aller locker sitzenden Oxyde, H_2O und Metalloxyde, sind innerhalb gewisser Grenzen Veränderungen möglich ohne Beeinträchtigung der Kristallhomogenität. Den Grundplan bestimmen also die unbeweglichen Oxyde von Silicium und Aluminium, von welchen, sobald sie unabgesättigt sind, anziehende Kräfte zur Aufnahme der beweglichen Bestandteile ausgehen.

Die zweite Grundlage ist die Vorstellung von der kristallographischen Gleichwertigkeit $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$ unter gleichzeitiger Wahrung der Konstanz des Verhältnisses Metalloxyde : Al_2O_3. Deren Wirksamkeit braucht nicht sehr weit zu gehen. Sie ändert den Grundbauplan des einzelnen Zeolithen nicht wesentlich; nach Abzug der locker sitzenden Bestandteile sitzt einfach an Stelle eines Al-Atomes ein Si-Atom. Diese Vertretung erklärt den SiO_2-Überschuß auf sehr einfache Weise und kann unter Umständen auch für einen Überschuß an H_2O verantwortlich zu machen sein. Sie erklärt aber auch auf die gleiche Weise einen Mangel an SiO_2 (siehe Heulandit!), indem auch umgekehrt SiO_3H_2 durch AlO_3H_3 ersetzt sein kann und so der Gehalt an SiO_2 unter die Normalformel herabgedrückt wird.

Es ist hier noch anderer Möglichkeiten der kristallographischen Vertretung kurz zu gedenken. Ursprünglich wurde eine Berechnung versucht auf Grund der Beziehungen, welche in der Sodalith- und in gleicher Weise offenbar in der Tychit-Northupit-Gruppe gelten. Die Beziehungen zeigt folgende Gegenüberstellung:

$3[SiO_3Na_2.SiO_2.Al_2O_3].Na_2Cl_2$	Sodalith	$2[CO_3Mg.CO_3Na_2].Na_2Cl_2$	Northupit
$3[\quad „ \quad].Na_2SO_4$	Nosean	$2[\quad „ \quad].Na_2SO_4$	Tychit
$3[\quad „ \quad].Ca_2(SO_4)_2$	Hauyn	$2[\quad „ \quad].Ca_2(SO_4)_2$	(unbek.)

Beide Reihen kristallisieren kubisch. Wenn auch das letzte Glied der zweiten Gruppe nur hypothetisch ist, so kann doch die Gleichwertigkeit $Na_2SO_4 = Ca_2(SO_4)_2$ auch für diese vermutet werden. Es lag also nahe, zunächst Berechnungsversuche auf Grund einer Annahme $SiO_3Na_2 = (SiO_3)_2Ca_2$ zu machen. Nach Feststellung der Konstanz des Verhältnisses Metalloxyde : Al_2O_3 waren diese Versuche jedoch als aussichtslos erkannt.

Ein zweiter Versuch gründete sich auf die Annahme der von den Plagioklasen her bekannten Gleichwertigkeit $SiNa = AlCa$. Diese Annahme wäre vereinbar mit der Konstanz des obigen Verhältnisses und würde schließlich auch auf einen Überschuß an SiO_2 der kalkhaltigen Zeolithe führen. Sie versagt aber beim Analcim und macht auch die Beziehungen zwischen Gmelinit und Chabasit unklar. Sie liefert also auch keine gleichmäßige Erklärung für alle Zeolithe und wurde darum fallen gelassen, obwohl nicht ganz verneint werden soll, daß diese isomorphe Beziehung vielleicht in mäßigem Umfang wirksam ist.

Jede Zeolithart erhält also im Folgenden eine Grundformel. Die Abweichungen in der Zusammensetzung von dieser erklären sich durch teilweisen Austausch oder teilweise Vertretung in den Metalloxyden, durch Schwankungen im H_2O-Gehalt infolge geringer Verschiedenheiten in der Absättigung der Gruppen SiO_2 bezw. AlO_2H und schließlich noch durch eine mäßige Wirkung der kristallographischen Gleichwertigkeit $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$ (bei Wahrung der Konstanz Metalloxyd : $Al_2O_3 = 1$). Die Formelbilder sind vorerst in ausführlicher Schreibweise wiedergegeben.

Es ist bei unseren Erörterungen nicht übersehen worden, daß die Richtigkeit der Wahl der Hydroxyde in den Doppelverbindungen erst durch die vollständige Bestimmung der Gleichgewichte für ihre Bildung eindeutig bewiesen wird. Insbesondere ist nicht ausgeschlossen, daß unter Umständen auch noch das Calciumhydroxyd in Betracht kommt. Unsere beiden grundsätzlichen Annahmen, die tatsächlich eine gleichmäßige und einfachste Deutung der Zusammensetzung aller Zeolithe ermöglichen und darum hohen Grad von Wahrscheinlichkeit besitzen, würden durch eine solche Abänderung unwesentlicher Art nicht beeinflußt werden.

Analcim, Natrolith, Skolezit, Laumontit. Die Grundformeln für den Bauplan dieser vier einfachst zusammengesetzten Zeolithe sind bereits angegeben. Wie Abweichungen zu erklären sind, ist für Analcim ausführlich auseinandergesetzt.

Für Natrolith ist bei Kalkgehalt noch die Komponente $SiO_3Ca . [2SiO_2 . AlO_2H . AlO_3H_3]$ anzunehmen. Ein Überschuß an SiO_2 ergibt sich durch Eintritt von etwas SiO_3H_2 an Stelle von AlO_3H_3 bei gleichzeitigem Fehlen einer äquivalenten Menge Na_2O.

$$\text{Mesolith} = Si O_3 Na_2 . 2 Si O_3 Ca . \begin{cases} [2 Si O_2 . Al O_2 H . Al O_3 H_3] \\ 2[2 Si O_2 . Al O_3 H_3 . Al O_3 H_3] \end{cases}$$

Von verschiedenen Autoren wurde schon darauf hingewiesen, daß es Mesolithe mit der Zusammensetzung = 1 Natrolith + 2 Skolezit (Faröer, Poonah) gibt. Diesem Befunde entspricht die obige Formel, für welche sich berechnen 46,5 % $Si O_2$, 26,2 Al_2O_3, 5,3 Na_2O, 9,6 Ca O, 12,3 H_2O (I). Es gibt nun Mesolithe mit mehr als 5,3 Na_2O; diese enthalten die analoge Komponente $Si O_3 Na_2 . 2 Si O_3 Na_2 . [6 Si O_2 . Al O_2 H . 5 Al O_3 H_3]$ mit der Zusammensetzung II. Mesolithe mit weniger als 5,3 % Na_2O enthalten die dritte Komponente $Si O_3 Ca . 2 Si O_3 Ca . [6 Si O_2 . Al O_2 H . 5 Al O_3 H_3]$ mit der Zusammensetzung III. Beim Mesolith liegen also zwei Mischungsreihen vor, einerseits natronreiche Mesolithe aus Mischungen I + II, andrerseits kalkreiche Mesolithe aus Mischungen I + III bestehend. Oder mit anderen Worten: In der Grundformel (I) ist, je nach den Konzentrationsbedingungen bald Na_2O gegen Ca O, bald Ca O gegen Na_2O bei einigen Abarten ausgetauscht. Die Analysen No. 25 und 10 entsprechen ziemlich der reinen Komponente I, welche allen Mesolithen als eine Komponente zugrunde zu legen ist.

	$Si O_2$	Al_2O_3	Na_2O	Ca O	H_2O
II.	45,9	26,0	15,8	—	12,2
III.	46,6	26,4	—	14,5	12,5

Bei den meisten Mesolithanalysen, welche man in Doelter's Handbuch nachsehen wolle, bewegen sich die gefundenen Werte konstant mit großer Annäherung um die angedeuteten sehr engen Grenzen, $Si O_2$ von 46—47 %, Al_2O_3 um 26,5 %, H_2O um 12,5 %, trotz größter Schwankungen im Natrongehalt von 1,7—11,3 % und im Kalkgehalt von 12,0—3,6 %. Nur in den natronreichen Mesolithen, z. B. No. 36 u. 32 wird der Al_2O_3-Gehalt und wegen der Konstanz des Verhältnisses $\frac{\text{Metalloxyd}}{Al_2O_3}$ an jener der Metalloxyde etwas höher, während der $Si O_2$-Gehalt auf etwa 44 % fällt. Es ist hier offenbar etwas $Si O_2 (H_2O)$ durch $Al O_2 H (Al O_3 H_3)$ ersetzt bei gleichzeitiger Vermehrung des Gehaltes an Metalloxyden, für deren Anlagerung hinreichend viel freie $Si O_2$-Moleküle zur Verfügung stehen.

Harmotom $= Si O_3 Ba . 2 Si O_2 . [2 Si O_3 H_2 . Al O_3 H_3 . Al O_3 H_3]$. Hiefür berechnen sich 46,5 % $Si O_2$, 23,7 Ba O, 15,8 Al_2O_3, 13,9 H_2O. In die Ba-Verbindung treten geringe Mengen anderer Metalloxyde ein, vor allem $Si O_3 K_2 . 2 Si O_2 . [2 Si O_2 . 2 Al O_3 H_3]$ mit 51,2 $Si O_2$, 17,4 Al_2O_3, 16,0 K_2O, 15,4 H_2O. Der Ba O-Gehalt der Analysen liegt vorwiegend um 20—21 %, der $Si O_2$- und Al_2O_3-Gehalt demgemäß höher als dem Werte der Grundverbindung entspricht. In No. 18 u. 19 scheint ein kleiner Mangel an $Si O_2$ vorhanden zu sein (Ersatz von $Si O_3 H_2$ durch $Al O_3 H_3$). Wenn trotzdem ein Überschuß an H_2O vorhanden ist, so ist dieser

durch die Anwesenheit zweier nicht abgesättigter SiO_2-Moleküle zu erklären. In No. 25 besteht andrerseits ein geringer Überschuß an SiO_2 (Ersatz von AlO_3H_3 durch SiO_3H_2 bei der Konstanz Metalloxyde : $Al_2O_3 = 1$).

Gmelinit $= SiO_3Na_2 . SiO_3H_2 . [2\,SiO_3H_2 . AlO_3H_3 . AlO_3H_3]$, entsprechend der Zusammensetzung 46,8 % SiO_2, 19,9 Al_2O_3, 12,1 Na_2O, 21,1 H_2O. Als zweite untergeordnete Komponente kommt dazu die entsprechende Ca-Verbindung. Ein Überschuß an SiO_2 findet sich bei No. 15 u. 9. Ein Überschuß an H_2O findet sich kaum mehr in nennenswerter Menge, weil nicht abgesättigte Gruppen nicht mehr vorhanden sind; die Analysen weisen durchwegs einen kleinen Mangel an Wasser auf. Wo der Al_2O_3-Gehalt etwas niedriger ist (bis herunter zu etwa 18 %), ist der SiO_2-Gehalt durchwegs höher (bis herauf zu 49—50 %).

Chabasit $= SiO_3Ca . SiO_3H_2 . [2\,SiO_3H_2 . AlO_3H_3 . AlO_3H_3]$, entsprechend 47,4 % SiO_2, 20,1 Al_2O_3, 11,0 CaO, 21,3 H_2O. Dazu kommt noch in geringen Mengen die Natron- und Kaliverbindung (siehe Gmelinit). Diese Formel entspricht sehr nahe den Analysen No. 98 u. 46. Die übrigen besitzen einen geringen Überschuß an SiO_2.

No. 96 u. 89 beziehen sich auf den Chabasit von Wassons Bluff. Der Überschuß an SiO_2 steigt bis zur Formel $SiO_3Ca . 2SiO_3H_2 . [2\,SiO_3H_2 . AlO_3H_3 . AlO_3H_3]$. Es läßt sich nicht sicher entscheiden, ob hier in Wirklichkeit ein neuer Formeltyp vorliegt oder ob hier tatsächlich die Gleichwertigkeit $AlO_3H_3 = SiO_3H_2$ etwas stärker wirksam ist. Man möchte die letztere Annahme vorziehen, da sich eine etwas größere Steigerung des SiO_2-Gehaltes auch bei Desmin und Heulandit wiederfindet.

Es sei noch bemerkt, daß sich der Laumontit vom Chabasit nur dadurch unterscheidet, daß letzterer $2\,H_2O$ mehr enthält. Ist also die obige Formel richtig, dann wäre zu folgern, daß Chabasit entweder bei niedrigerer Temperatur oder wahrscheinlicher bei höherem Drucke entstanden ist. Sollte es später gelingen, Konstitutionsformeln, vielleicht im Sinne der Koordinationstheorie, statt der hier vorläufig benutzten weitläufigen Formeln aufzustellen, dann liefern diese wohl auch einen Ausdruck für die größere Verschiedenheit der beiden Mineralien.

Die Abarten „Phakolith“ und „Akadialith“ bedürften wohl noch einer besonderen Erörterung. Diese möge jedoch unterbleiben, zumal für letzteren neuere Analysen nicht vorliegen.

Heulandit $= SiO_3Ca . 3\,SiO_2 . [2\,SiO_3H_2 . AlO_3H_3 . AlO_3H_3]$, entsprechend 59,2 % SiO_2, 16,8 Al_2O_3, 9,2 CaO, 14,8 H_2O; dazu noch geringe Mengen der Verbindungen anderer Metalloxyde. Diese Zusammensetzung entspricht ziemlich genau den Analysen No. 23, 39 u. 34. Alle diesen voranstehenden Analysen haben einen geringen Mangel an SiO_2 bei gleichzeitigem geringem Überschuß an H_2O, welcher sich aus den drei vorhandenen nicht abgesättigten SiO_2-Gruppen erklärt; ein solcher Überschuß ist hier wiederum

möglich auch ohne ein Mehr von SiO_2. Die Analysen hinter No. 34 sind solche mit steigendem SiO_2-Überschuß über die Normalformel. In No. 44 erreicht dieser Überschuß nahezu wieder, wie bei Chabasit, $1\,SiO_2$; den gleichen Mehrbetrag weist H_2O auf. Bei No. 43 mit dem größten Mangel an SiO_2 sind die Prozentzahlen für SiO_2 56,1, für Al_2O_3 17,2 infolge der Abweichung von der Normalformel; bei No. 44 sind die Werte 60,1 bezw. 14,75 gemäß der entgegengesetzten Abweichung infolge der Vertretung $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$.

Desmin $= SiO_3Ca \,.\, 2\,SiO_2 \,.\, [2\,SiO_3H_2 \,.\, AlO_3H_3 \,.\, AlO_3H_3]$ mit geringen Mengen der zugehörigen Natron-, weniger der Kaliverbindung. Es berechnen sich 54,7 % SiO_2, 18,6 Al_2O_3, 10,2 CaO, 16,4 H_2O. Die Formel entspricht keiner Analyse ganz genau. Jedoch bewegen sich alle Analysen No. 71—28 um diese Werte, mit einem gesetzmäßigen Überschuß an SiO_2 bei entsprechendem Mangel an Al_2O_3, während der Überschuß an H_2O jenen an SiO_2 übertrifft. Man könnte geneigt sein, gleich die Grundformel $SiO_3Ca \,.\, \left\{\begin{matrix} SiO_2 \\ SiO_3H_2 \end{matrix}\right\} \,.\, [2\,SiO_3H_2 \,.\, 2\,AlO_3H_3]$ anzunehmen.

Tatsächlich sind hier die Abweichungen von der Normalformel beträchtlicher als bei den bisher behandelten Zeolithen und bestehen einseitig in einem Überschuß an SiO_2 bei gleichzeitigem Überschuß an H_2O, während Al_2O_3 durchwegs unter dem geforderten Werte bleibt. Doch lassen sich die Abweichungen durch die Vertretung $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$ erklären, ohne daß man deren Wirkung in größerem Umfang in Anspruch nehmen müßte. Nur bei den beiden letzten Analysen No. 72 u. 42 wird das Verhältnis $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ größer, der Überschuß an SiO_2 also beträchtlicher. Würde man von No. 72 ausgehen, dann käme man zur Grundformel $SiO_3Ca \,.\, \left\{\begin{matrix} 2\,SiO_2 \\ SiO_3H_2 \end{matrix}\right\} \,.\, [2\,SiO_3H_2 \,.\, 2\,AlO_3H_3]$, also zu derselben Formel wie bei Heulandit, abgesehen von einem Mehr von $1\,H_2O$. Beide Stoffe stünden in einem ähnlichen Verhältnis wie Laumontit und Chabasit. Die Analogie der Grundformel mit jener des Harmotoms, welche man aus kristallographischen Gründen erwarten sollte, wäre durch diese zweite Formel gestört. Ihre Annahme ist auch überflüssig, sobald man zuläßt, daß die Vertretung $SiO_3H_2 = AlO_3H_3$ (bei Wahrung der Konstanz $\frac{\text{Metalloxyd}}{Al_2O_3} = 1$) etwa bis zu 15 % des Gesamtbestandes der Grundformel betreffen kann. Dann bleibt allein noch die abnorme Analyse No. 42 mit etwa 61,5 % SiO_2 und 15 % Al_2O_3, welche etwa 20 % erfordern würde und sich auf einen Desmin aus dem Turmalingranit von Elba bezieht. Auf denselben Fundort bezieht sich aber auch die nicht ungewöhnliche Analyse No. 36 (beide von E. Manasse). Für kein anderes Vorkommen wurde ein ähnlich hoher Wert für das Verhältnis $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ gefunden.

Wir können darum wohl annehmen, daß dieses eine Vorkommen keinen ausschlaggebenden Einwand gegen obige Grundformel bedeuten kann.

Phillipsit. Es wurde bereits erwähnt, daß No. 25 u. 26 (von Casal Brunori) der Formel

$$2\,Si\,O_3\,Ca\,.\left\{\begin{matrix}2\,Si\,O_2\\ Si\,O_3\,H_2\\ Si\,O_3\,K_2\end{matrix}\right\}\,.\,2[Si\,O_3\,H_2\,.\,Al\,O_3\,H_3\,.\,Al\,O_3\,H_3\,.\,Al\,O_3\,H_3]$$

entsprechen. Hiezu die theoretische Berechnung und die gefundenen Werte:

	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	CaO	K_2O
Berechnet . .	39,7	25,3	17,9	9,3	7,8
No. 25 . . .	40,01	25,98	17,45	9,16	7,49
No. 26 . . .	39,34	25,82	17,81	9,44	7,43

Auch auf die Analogie dieser Formel mit der verdoppelten Formel von Harmotom nnd Desmin wurde hingewiesen. Es sei noch angeführt, daß hier wohl eine ähnliche Art von Doppelverbindung zwischen Kalkzeolith und Alkalizeolith vorliegt, wie wir sie bereits beim Mesolith kennen.

Bemerkenswert ist ferner, daß bei unserer Anordnung der Analysen diese beiden Zeolithe als Grenzglieder der ganzen Phillipsitreihe an den Anfang der Tabelle kommen. An sie reihen sich, abgesehen von No. 35, die natronfreien nnd kalireicheren Phillipsite an, bis No. 22, welche mehr Kali und weniger Kalk enthalten als der obigen Normalformel entspricht. Innerhalb dieses Stückes der Reihe gilt auch die Regel, daß mit steigender Zahl für SiO_2 jene von H_2O abnimmt. Die Zusammensetzung eines beliebigen Gliedes läßt sich mit den bisherigen Hilfsmitteln erklären, einmal durch die Annahme einer zweiten Normalkomponente mit K_2O statt CaO und durch die Vertretung $Si\,O_3\,H_2 = Al\,O_3\,H_3$ innerhalb mäßiger Grenzen. In der Grundformel ist das Verhältnis $\frac{SiO_2}{Al_2O_3} = \frac{8}{3}$; bei No. 17 ist der Wert $\frac{9,1}{3}$ erreicht.

Bei den anschließenden natronhaltigen und kaliärmeren Phillipsiten bietet sich zunächst eine Komponente, welche statt des K_2O in der Grundformel CaO enthält zur Deutung des Überwiegens des CaO über K_2O, und dann Komponenten, zu deren Bestand Na_2O gehört. Außerdem ist mit der Abnahme des K_2O-Gehaltes an einen Wegfall des Metalloxydes am zugehörigen SiO_2-Molekül und damit Wiedereintritt von $Si\,O_3\,H_2$ an Stelle von $Al\,O_3\,H_3$ überhaupt zu denken, weil gerade nur bei diesem Mineral mit seinem durchschnittlich höheren K_2O-Gehalt dieser Eintritt von einem überschüssigen Alkalioxyd sich in größerem Umfange zeigt. Der Wert des Verhältnisses $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ steigt tatsächlich rasch an mit zunehmender Zahl für SiO_2 in der Tabelle. In den Analysenprozenten entspricht einem Ansteigen des SiO_2-Gehaltes bis zu einem ungefähren Grenzwert von 48 % ein Sinken des Al_2O_3-Ge-

haltes auf etwa 20 %. Die Mannigfaltigkeiten der Veränderungen im chemischen Bestand ist also bei diesem Mineral größer. Wollte man sie etwas vereinfacht durch die Annahme verschiedenartiger Mischungskomponenten darstellen, so würde man schließlich auf eine beträchtliche Anzahl solcher kommen. In diesem Sinne wären die Phillipsite Glieder aus verschiedenen Mischungsreihen, ähnlich wie die verschiedenen Mesolithe, für welche allerdings nur zwei solche Reihen in Betracht kommen. Solche Berechnungen wurden für verschiedene Analysen unternommen. Sie ergaben, daß sich tatsächlich auf Grund unserer Annahmen die Komponenten finden lassen, als deren Mischungen die einzelnen Arten des Minerales aufgefaßt werden können. Einzelne Komponenten hier anzuführen, möge unterbleiben. Es sei nur darauf hingewiesen, daß man schließlich auf einfache Weise zu SiO_2-reicheren und Al_2O_3-ärmeren desminartigen Gliedern kommt, wenn an dem einzelnen SiO_3K_2-Rest in der Grundformel das Metalloxyd ausbleibt (gleichzeitig mit entsprechendem Ersatz AlO_3H_3 durch SiO_3H_2), was offenbar ohne größere Störung des Kristallbaues geschehen kann, nachdem Phillipsit (von Casal Brunori) und Desmin trotz dieses stofflichen Unterschiedes nähere kristallographische Beziehung aufweisen.

Zur endgültigen und eindeutigen Feststellung der Zusammensetzung eines beliebigen Phillipsites sind die einzelnen Mischungsreihen nicht hinreichend lückenlos bekannt. Ein Weg hiezu wäre wohl die Untersuchung der Änderungen der chemischen Zusammensetzung in deren Beziehung zu Änderungen physikalischer Eigenschaften. Tieferen Einblick überhaupt in die Vorgänge in Zeolithen bei stetigen Änderungen der Zusammensetzung werden am ehesten vergleichende quantitative Messungen über den Dissoziationsvorgang, abhängig von Druck und Temperatur, in Analogie mit der Bestimmung des Vorganges beim kohlensauren Kalke, und eine Gegenüberstellung des ermittelten Dissoziationsdruckes mit anderen chemischen Eigenschaften bringen.

Von wichtigeren Zeolithen bleibt hier der Apophyllit unberücksichtigt. Dies geschieht hauptsächlich mit Rücksicht auf seinen Fluorgehalt, über dessen Bindung in Silikaten überhaupt erst weitere statistische Untersuchungen an fluorhaltigen Mineralien Auskunft geben können. Ohne gewisse Abänderungen lassen sich die vorliegenden Anschauungen auf dieses Mineral wegen des Mangels an Al_2O_3 nicht anwenden; H_2O ist hier mutmaßlich zum Teil an CaO gebunden, so daß als Bestandteil der Komplex $Ca(OH)_2$ auftritt.

Suchen wir zum Schluß noch nach dem Grundsätzlichen in unserem Verfahren, die Konstitution der Zeolithe zu deuten, so finden wir folgendes: Das Verhältnis (Metalloxyd $+ H_2O$) : ($Al_2O_3 + SiO_2$) ist nach den Gesetzen des Wasserverlustes und des Basenaustausches innerhalb gewisser Grenzen veränderlich ohne Störung des Kristallbaus. Das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3$ (bezw. zur Summe der Metalloxyde) ist nach den Analysen ebenfalls in mäßigen Grenzen ver-

änderlich, ohne eine solche Störung. Allein das Verhältnis Summe der Metalloxyde : $Al_2O_3 = 1$ bleibt konstant, und zwar mit größter Gesetzmäßigkeit. Unser Verfahren besteht also in nichts anderem als einer Ausdehnung einer gewissen Veränderlichkeit im Verhältnis der Bestandteile der Zeolithe auf das Verhältnis $SiO_2 : Al_2O_3$. Durch die tatsächliche Beobachtung eines Austausches von SiO_3H_2 gegen AlO_3H_3 und umgekehrt ist die Veränderlichkeit nicht nachgewiesen und vielleicht auch nicht festzustellen, weil diese beiden Stoffe nicht löslich und insbesondere nicht ionisierbar sind. Beim Entstehen eines Zeolithkristalles können aber veränderte Konzentrationsbedingungen die mäßige Änderung des Verhältnisses beider Komponenten im endgültigen Bestand des Kristalles bewirken. Es ist tatsächlich nicht einzusehen, warum bloß einseitig Metalloxyd gegen Metalloxyd austauschbar sein soll oder allein das Verhältnis H_2O : Summe der anderen Komponenten ohne Störung des Kristallbaues veränderlich sein soll. Ebenso gut muß schließlich auch $SiO_2 : Al_2O_3$ in mäßigen Grenzen veränderlich sein. Stellen wir auf die eine Seite SiO_2 und Al_2O_3, auf die andere die Metalloxyde und H_2O, dann ist nach den allgemeinen chemischen Verbindungsgesetzen eine gewisse Konstanz des Verhältnisses zwischen beiden verschiedenartigen Gruppen schließlich zu erwarten und diese Konstanz erkennen wir im Verhältnis Summe der Metalloxyde: $Al_2O_3 = 1$, welches sowohl bei den verschiedensten Zeolithen als auch innerhalb der sonstigen Schwankungen beim einzelnen Mineral besteht. Wir führen also tatsächlich den Wechsel in der Zusammensetzung der einzelnen Zeolithart und die Änderungen durch Basenaustausch und Wasserabgabe auf ein einziges Prinzip zurück, nämlich auf die Grundlage einer allgemeinen begrenzten Veränderlichkeit der Verhältnisse der meisten Oxyde in Zeolithen. Es war auf diese Weise insbesondere möglich, unter Einführung der Veränderlichkeit $SiO_2 : Al_2O_3$ (bei Konstanz von Metalloxyd : Al_2O_3) den anscheinend bei allen Zeolithen vorkommenden schwankenden Überschuß von SiO_2 über eine gewisse Grundformel hinaus auf einfache Weise zu deuten. Dieser Überschuß an SiO_2 ist beim Analcim bekanntlich hinreichend sicher gestellt. Nach den obigen Tabellen ist ein Gleiches auch für die anderen Zeolithe kaum mehr zweifelhaft.

Daß allein das Verhältnis $\frac{\text{Summe der Metalloxyde (kurz CaO)}}{Al_2O_3} = 1$ konstant ist, wird bei der Gegenüberstellung der verschiedenen Oxyde einigermaßen verständlich. CaO einerseits, Al_2O_3 andrerseits sind hinsichtlich der Valenzverhältnisse grundsätzlich verschieden. Zwischen ihnen ist kein Austausch und keine Vertretung möglich. Das gleiche würde für SiO_2 und CaO zu erwarten sein, deren Verhältnis aber nicht konstant ist. Daß gerade $CaO : Al_2O_3 = 1$ konstant bleibt, steht in Beziehung zur Tatsache, daß in jeder Zeolithart dieses letztere Verhältnis der Grundformel zugrunde liegt, während die einzelnen Mineralien sich durch verschiedenen Gehalt

an SiO_2 unterschieden. Eine Vertretung innerhalb derselben Zeolithart mit der Wirkung geringer Änderung der Zusammensetzung erfolgt wohl allgemein nur nach äquivalenten Mengen. Unsere Vertretung besteht im Austausch AlO_3H_3 gegen SiO_3H_2 unter gleichzeitigem Austritt von CaO (alles in äquivalenten Mengen); dabei muß aber notwendig $\frac{Al_2O_3}{CaO}$ konstant bleiben und $\frac{SiO_2}{CaO}$ stetig ansteigen. Es ist also diese Konstanz bei den verschiedenartigen Mischungen innerhalb der einen Zeolithart gewissermaßen nur ein Weiterbestehen des gleichen Grundverhältnisses der verschiedenartigen Mineralien.

Es ist zu vermuten, daß mit ähnlichen Vorstellungen über die Bindung des Wassers, wie sie hier benützt wurden, auch die Frage nach der Konstitution anderer Alkali und Wasser enthaltender Silikate, vor allem der Glimmer, zu behandeln sein wird. Bei ihnen liegen vermutlich ähnliche Komponenten vor und es ist verständlich, wenn der Grad der Dissoziation wesentlich geringer ist, einmal weil wegen des niedrigeren H_2O- und höheren Al_2O_3-Gehaltes wohl nur die weniger leicht dissoziierbare Komponente AlO_2H in Betracht zu ziehen ist und dann weil überhaupt die Summe der schwerer beweglichen Bestandteile SiO_2 und Al_2O_3 jene der beweglichen, der Alkalioxyde und des Wassers ungleich mehr überwiegt.

Ergänzungsweise sei noch bemerkt, daß ich dem Voranstehenden die kürzeste Fassung gab und damit insbesondere die Wasserabgabe kurzweg als eine stetige bezeichnete, um eben das unterschiedliche Verhalten gegenüber den eigentlichen Salzhydraten zum Ausdruck zu bringen. Es ist dabei keineswegs vergessen, daß die Entwässerungskurven Knicke aufweisen, wie dies mit Deutlichkeit von O. Weigel neuestens gezeigt wurde. Es scheint, daß gerade der dadurch angedeutete Verlauf der Wasserabgabe recht gut zu unseren Anschauungen über die Wasserbindung stimmt. Es darf eben nicht vergessen werden, daß z. B. die beiden SiO_3H_2 im Kristallbau des Heulandit zwei verschiedene Individuen darstellen, nicht mehr eine einzige Gesamtheit von gelartigem Kieselsäurehydrat. Damit ist aber auch die Möglichkeit gegeben, daß die beiden hydratischen Gruppen nacheinander und auch unter verschiedenartigen Begleiterscheinungen der Dissoziation anheimfallen, während innerhalb der einzelnen hydratischen SiO_3H_2-Gruppe die Stetigkeit gewahrt bleibt. Noch mehr gilt diese Betrachtung für die beiden auch im Molekülzustand verschiedenen Gruppen SiO_3H_2 und AlO_3H_3. Bemerkt sei noch für den Heulandit, welcher 3 Mole Wasser verlieren kann ohne irreversible Zersetzung zu erleiden, daß nach diesem Verlust seine Zusammensetzung hinsichtlich des Anteiles der Formel, welcher das Wasser enthält, dem Typus von Analcim und Natrolith gleich wird; nach Austritt von $3H_2O$ ergibt sich nämlich als Rest $SiO_3Ca \,.\, 3SiO_2 \,.\, [2SiO_2 \,.\, AlO_2H \,.\, AlO_3H_3]$.

Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden.

Von **E. Mohr** in Hamburg.

Als ich vor kurzem einen kleinen Aufsatz über Altersbestimmungen bei tropischen Fischen veröffentlichte (7), wurde ich von geologischer Seite, von Herrn Prof. Dr. Ew. Wüst-Kiel darauf aufmerksam gemacht, daß die Ergebnisse weiteres Interesse hätten, da die Paläobotaniker aus dem Fehlen von Jahresringen an fossilen Hölzern auf tropisches bezw. nicht differenziertes Klima schließen, andererseits aus dem Vorhandensein von Zuwachszonen auf Klimadifferenzierung schließen zu können meinen.

Bei den Fischen benutzt man zur Altersbestimmung gewisse Hartgebilde des Fischkörpers. Sie sind dazu geeignet, weil man an ihnen Erscheinungen erkennen kann, die ähnlich wie die Anwachsstreifen am Holz der Bäume in jedem Jahre in bestimmter Weise vermehrt werden und dadurch das Alter ihres Trägers angeben. Zweifellos sind diese Ringe an allen Hartgebilden des Fischkörpers vorhanden, aber nicht an allen sind sie zu erkennen, und wo sie zu erkennen sind, zeigen sie sich nicht überall mit der gleichen Deutlichkeit.

Am häufigsten benutzt man bei der Altersbestimmung Schuppen, Otolithen, Wirbel- und Kiemendeckelknochen. Bei den verschiedenen Fischen sind es ganz verschiedene Hartteile, die für die Altersbestimmung die geeignetsten sind. Am bequemsten ist es immer, wenn die Schuppen schon sichere Bilder geben. Die Schuppen lassen sich leicht abheben, ohne daß der Fisch dabei beschädigt wird. Die Entnahme von Knochen und Otolithen ist natürlich nicht ohne Zerschneiden möglich und daher bei Sammlungsmaterial ausgeschlossen. Ich habe von tropischen Fischen nur Schuppen benutzt und bei allen Proben befriedigende Ergebnisse erzielt. Es sind Cycloid- und Ctenoidschuppen benutzt worden, Fische aus dem Meere und aus dem Süßwasser, solche aus Gegenden mit ausgeprägtem Wechsel von Regen- und Trockenzeit und aus Gegenden mit dauernd gleichen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen. Die Altersbestimmungen an tropischen Fischen hatten ergeben, daß stets Jahresringe bei jedem der untersuchten Fische vorhanden waren.

Die Beispiele zeigten zur Genüge, daß weder Jahreszeit- noch Temperaturwechsel — der im Wasser überdies noch viel geringer ist als in der Luft — für die Ausbildung der Jahresringe verantwortlich gemacht werden können. Andererseits lehrt die Beobachtung ohne weiteres, daß dort, wo starke Jahreszeitwechsel statthaben, die Lebensfunktionen sich danach richten.

Zahlreiche Aquarien- und Markierungsversuche haben längst erwiesen, daß es sich bei den Fischen tatsächlich um Jahresringe und dementsprechend um jährliche Zuwachszonen handelt. Bei den Fischen und vielen Mollusken können wir mit Recht von „Jahresringen" reden. Bei den Pflanzen scheint das aber in weit geringerem Maße erwiesen und berechtigt zu sein. Zwar ist in einigen Fällen der Zusammenhang zwischen Lebensalter und Ring- bezw. Zonenzahl sicher erwiesen; zumeist jedoch weiß man darüber nichts Verbürgtes.

Wie der Fischereibiologe sich erst dann berechtigt fühlt, über das Alter größerer Fische etwas zu sagen, wenn er die ersten Jugendstadien bis zum Ende des ersten Lebensjahres kennt, so darf auch der Botaniker erst dann etwas über Jahresringbildung und Alter einer Baumart sagen, wenn er ein größeres Material verschiedenen, aber genau bekannten Alters untersucht hat, weil er sonst mit der Deutung seiner Befunde auf unsicherem Boden steht. An derartigen Untersuchungen scheint es aber noch überall zu fehlen. Sie müßten an sich nicht schwer anzustellen sein, zumal die Botaniker den großen Vorteil haben, daß ihnen das Versuchsmaterial nicht davonlaufen kann, während der Fischereibiologe sich das seine immer wieder greifen muß, sei es, daß er es aus dem Versuchsaquarium fischt, sei es, daß er warten muß, bis der Zufall ihm oder einem einsichtigen Fischer die markierten Fische ins Netz liefert.

Ich habe nur eine Arbeit in der Hand gehabt, die sich mit Altersringen und Alter bei Bäumen befaßt (2). Cheeseman hat aber auch nur aus dem Befund bei alten Bäumen auf das Alter geschlossen. Seine Ausführungen haben zwar ein gewisses Kuriositätsinteresse, aber keinen praktischen oder wissenschaftlichen Wert. Dasselbe vermute ich von den anderen in diesem Aufsatze zitierten Arbeiten.

Genaue Alters- und Wachstumsbestimmungen sind allerdings zweifellos für Gärtner und Forstbeamte viel weniger nötig als für Fischer und Teichwirt.

In der cambialen Tätigkeit vieler Holzgewächse macht sich eine Periodizität geltend, die bei uns mit den klimatischen Verhältnissen in Beziehung steht. Bei uns werden im Frühjahr, wenn das neue Wachstum einsetzt, Elemente mit weitem Lumen gebildet, die namentlich der nötigen stärkeren Wasserzufuhr förderlich sind. Im Herbst entsteht ein Holz mit engerem Lumen, das vor allem die Festigkeit des Stammes erhöht. In der zweiten Augusthälfte hört in unseren Breiten die Holzbildung auf. Das Cambium fährt aber noch fort, Bast zu erzeugen, solange die Witterung es zuläßt. So zeichnet sich zwischen dem letztjährigen gefäßfreien oder -armen Engholz und dem nächstjährigen gefäßreichen Weitholz eine deutliche Grenze. Während des Winters machen dann die Assimilate des Baumes eine Ruhe- und Reifezeit durch, die wie bei den Samen individuell verschieden ist.

Es ist bisher nicht gelungen, eine jeder Kritik standhaltende Erklärung für die Jahresringbildung zu geben. Das meiste, was über dies Thema gearbeitet worden ist, bezieht sich auf Befunde im gemäßigten Klima. Aber wenn schon für die Verhältnisse im gemäßigten Klima kein Erklärungsversuch allgemeine Anerkennung gefunden hat, so wurde die Frage noch viel verwickelter, als ähnliche Untersuchungen und Erwägungen an tropischen Hölzern angestellt wurden. Die ersten für mich wichtigen Literaturangaben für dies Gebiet verdanke ich Herrn Prof. Dr. H. C. Schellenberg-Kiel.

Es sei schon vorweg bemerkt, daß es kaum eine tropische Holzart ohne Zuwachszonen gibt. Wie weit man bei diesen Zuwachszonen von Jahresringen sprechen darf, müßte von Fall zu Fall entschieden werden. Von Rechts wegen dürfte man nicht eher von Jahresringen reden, bis das Experiment jeweils für die betreffende Holzart die Berechtigung dazu nachgewiesen hat. Ich ziehe darum vor, von Zuwachszonen und Zuwachsringen zu sprechen, da damit zwar zugegeben wird, daß die Ringe Wachstumsfolgeerscheinungen sind, während über den zeitlichen Abstand damit nichts behauptet wird.

Für die Lösung des Problems, ob die Jahresringbildung als klimatisches Merkmal in Betracht kommt, konzentriert sich das Interesse auf folgende Fragen:

1. Ist die Zonenbildung eine Folge von Temperaturschwankungen?
2. Kann die Zonenbildung auf Wechsel von Regen- und Trockenzeit zurückgeführt werden?
3. Sind für die Zonenbildung innere Gründe maßgebend?

Einer der ersten, der über tropische Hölzer gearbeitet hat, ist Reiche (8). Er sieht bei den von ihm untersuchten chilenischen Hölzern den wesentlichen Unterschied zwischen Spät- und Frühholz darin, daß das Spätholz weniger und kleinere Gefäße, dazu stärker entwickeltes Libriform besitzt. Reiche weist ausdrücklich darauf hin, daß in dem Teil Chiles, in dem er seine Untersuchungen und Beobachtungen anstellte, zwar eine deutliche Periodizität des Klimas herrscht, daß aber nie Verhältnisse einträten, die von sich aus ein Wachstum unmöglich machen würden. Die deutliche Periodizität der chilenischen Gewächse beruht seiner Ansicht nach auf dem Ruhebedürfnis der Assimilate des Baumes. Er sagt darüber (p. 111): „*Cryptocarya* und *Pitavia* bilden innerhalb derselben Wachstumsperiode mehrere konzentrische, aus Holzparenchym bestehende und dicht mit Stärke angefüllte Zonen, welche offenbar Ablagerungsstellen von Assimilaten sind: auch die tatsächlichen Jahresgrenzen werden hier durch eben solche Stärkezonen gebildet; also da, wo größere Mengen Nährstoffe aufgespeichert werden, tritt Ruhe in der Tätigkeit des Cambiums ein, und die betreffenden Speicherzellen sind demgemäß nur unwesentlich von der ursprünglichen Form der Cambiumzellen verschieden. Was bei den ge-

nannten beiden Bäumen an histologisch charakterisierten Orten vor sich geht, kann bei anderen durch den Holzkörper zerstreut stattfinden, also der sinnlichen Wahrnehmung sich entziehen. Da nach der zuletzt geäußerten Anschauung die periodische Sistierung des Dickenwachstums zum Teil auf innere Reifezustände der Assimilate zurückzuführen ist, so ist es verständlich, daß sie auch dann auftritt, wenn die äußeren Lebensbedingungen ein fortdauerndes Wachstum gestatten, also in den feuchtwarmen Tropen. Eben gerade die Tatsache, daß auch tropische Bäume eine Periodizität des Dickenwachstums erkennen lassen, legt es nahe, nicht bloß an die durch die Lebenslage bedingten ursächlichen Verhältnisse zu denken." Daß bei Vorhandensein von Jahreszeitenwechsel sich die jährliche Periodizität der Pflanzen diesem anpaßt, zeigt Reiche's Mitteilung über nach Chile verbrachte europäische Obstbäume, die zwar auch dort jährlich periodisch sind, sich aber den Saisonverhältnissen Chiles angepaßt haben.

Die Mehrzahl der Botaniker schreibt die jährliche Periodizität der Pflanzen dem Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel und dem angeblich dadurch hervorgerufenen Laubfall zu. Aber wenn man sich nur genügende Mengen von Materialien vornimmt, kommt man sehr bald zu dem Ergebnis, daß zwar für alle Ansichten eine Anzahl schlagender Beispiele geliefert werden kann, aber ebensowohl für jede eine stattliche Zahl von Gegenbeispielen. Die Ausführungen von Volkens (14) geben wohl die besten neueren Materialien für diese Frage. Ursprung (12) veröffentlichte 1900 seine ersten Studien über Tropenhölzer. Das Material war von Schimper auf den Seychellen gesammelt worden. Auf den Seychellen ist eine recht gleichmäßige Temperatur. Es werden als mittlere Jahresextreme von 7 Jahren 30,9 und 21,3° angegeben. 1888 gestalteten sich Regen- und Temperaturverhältnisse folgendermaßen:

	Regenfall	Temperatur		Regenfall	Temperatur
Januar	369	27,2	Juli	65	26,4
Februar	325	27,4	August	58	26,8
März	309	27,7	September . . .	125	27,2
April	235	28,2	Oktober	176	27,7
Mai	170	27,1	November . . .	229	27,4
Juni	103	26,8	Dezember . . .	286	27,5

Trotzdem die Trockenzeit relativ regenarm ist, kommen während derselben besonders auf den Höhen nicht unbedeutende Niederschläge vor. Ursprung gibt eine kleine Tabelle (p. 26) der von ihm untersuchten 8 Hölzer. Die Spalte über die Kronenbelaubung habe ich nach den Textangaben eingefügt.

Name	Standort	Krone	Laubfall	Zonenbildung
Artocarpus integrifolia L.	kultiviert, feucht	groß, sehr dicht belaubt	immergrün	verwaschen, ungleichmäßig
Calophyllum inophyllum L.	Strandbaum	groß, sehr dicht belaubt	immergrün	fehlt
Wormia ferruginea Baill	Gebirgsbaum	klein, schwach belaubt	teilweise laubwerfend	regelmäßig, schwach
Albizzia Lebbek Benth.	Urwald, periodisch trocken	groß, dicht belaubt	teilw. od. ganz laubwerfend	fehlt
Afzelia bijuga A. Gray	Strandbaum	mäßig groß, dicht belaubt	immergrün	verwaschen, ungleichmäßig
Psidium pomiferum L.	Waldbaum, zieml. feucht	mäßig groß, dicht belaubt	immergrün	sehr deutlich
Imbricaria maxima Poir	Gebirgswald	?	immergrün	deutlich
Craterispermum microdon Baker	Gebirgswald, feucht	?	immergrün	sehr deutlich

Ein Vergleich der auf die Zonenbildung bezüglichen Resultate mit den klimatischen Verhältnissen, dem Standort, der Kronenbildung und dem Laubfall läßt keine, für das gesamte Untersuchungsmaterial gleichmäßig geltende Abhängigkeit der cambialen Tätigkeit von diesen Faktoren erkennen. Wir finden in demselben Klima auf gleichem Boden, bei gleicher Kronenbeschaffenheit verschiedene Verhältnisse im Laubfall und der Zonenbildung, die aber auch wieder nicht in Beziehung zu stehen scheinen. Wir haben sowohl bei den laubwerfenden Bäumen fehlende und vorhandene Zonenbildung; und bei den immergrünen ist es dasselbe. Die Art der Ringbildung war bei den einzelnen Bäumen verschieden. Während z. B. von *Psidium* angegeben ist, daß die Gefäße im Spätholz etwas spärlicher sind, heißt es von *Imbricaria*, daß typische Unterschiede in der Gefäßausbildung und Anordnung im Früh- und Spätholz nicht vorhanden sind.

In einer späteren Arbeit vergleicht Ursprung (13) sechs tropische Holzarten, von denen er bei jeder Art jeweils ein Stück von Ost-Java und von Buitenzorg untersuchte. Es kam ihm darauf an, zu zeigen, daß bei schärferer Differenzierung des Klimas die Ringbildung schärfer und vollständiger ist. Nach seinen Angaben läßt sich folgende Übersicht zusammenstellen:

	Buitenzorg			Ost-Java		
	Laubfall	Vollständigkeit der Ringbildung	Deutlichkeit der Zonen	Laubfall	Vollständigkeit der Ringbildung	Deutlichkeit der Zonen
Tectona grandis L.	ganz gering	teils vollst., teils unvollst.	gut	Laubfall	vollständig	scharf
Odina gummifera Bl.	Laubfall	nur einmal vollständig	schwach	Laubfall	vollständig	scharf
Eriodendron anfractuosum D.C.	Laubfall	nie vollständig	schwach	Laubfall	teils vollst., teils unvollst.	scharf
Poinciana regia Boj.	fast nie kahl	einmal vollständig	gut	Laubfall	vollständig	scharf
Melochia indica A. Gr.	?	nie vollständig	unscharf	?	nur einmal vollständig	gering
Albizzia moluccana	immergrün	wahrscheinl. vollständig	gut	immergrün	einige vollständig	scharf

Während in Buitenzorg das Klima gleichmäßig ist und eine deutliche Trockenperiode nicht vorkommt, so weist Ost-Java einen scharfen Unterschied auf zwischen einer trockenen und einer nassen Jahreszeit. Bei diesen Untersuchungen zeigt sich ein Einfluß des Klimas auf die Zonenbildung, und zwar durch Trockenheit hervorgerufen. In Ost-Java ist allgemein die Zonenbildung bei derselben Spezies schärfer und vollständiger als in Buitenzorg: also stärkerer klimatischer Periodizität entspricht stärkere Periodizität der Wachstumsqualität des Cambiums. Innigere Beziehung zwischen Blattbildung (Laubfall) und formativer Cambiumtätigkeit besteht nicht in allen Fällen: die Zonenbildung ist bei allen Bäumen in Ost-Java schärfer, der Laubfall aber nur bei einigen vollständig. Bei *Tectona* und *Odina* waren in Buitenzorg mehr Gefäße auf einem bestimmten Querschnitt als in Ost-Java, in andern Fällen ließ sich ein Unterschied nicht nachweisen. Eine Beziehung zum Laubfall ist hier nicht vorhanden.

Ursprung sagt p. 209: „In demselben Klima zeigt die Zonenbildung starke Differenzen sowohl in bezug auf die Schärfe und Vollständigkeit, als auch betreffs des anatomischen Baues der Grenze. In Buitenzorg fanden sich die schärfsten Zonen bei *Tectona*, dann folgen *Poinciana*, *Eriodendron*, *Odina*, *Melochia*, *Albizzia*. In Ost-Java war die Zonenbildung bei *Tectona* weitaus am schärfsten und vollständigsten. Das auf der äußeren Seite der Zuwachsgrenze befindliche, mit dem ersten Frühholz zu vergleichende Gewebe zeichnete sich bei *Tectona* und *Odina* deutlich

durch große Gefäße aus, die von reichlichem Parenchym begleitet waren; in den übrigen Fällen zeigten die Gefäße diese Unterschiede nicht. Das Fehlen von gefäßreichem Frühholz ist aber nicht, oder doch sicher nicht immer mit dem Fehlen von Laubfall verbunden, was uns die ostjavanischen Exemplare von *Poinciana* und *Eriodendron* deutlich zeigen, die vollständig kahl werden und dennoch keine gefäßreichen Zonen besitzen.

Wenn beim Übergang von Buitenzorg nach Ost-Java die Schärfe und Vollständigkeit der Zuwachszonen nicht bei allen Spezies gleich stark zunimmt, und wenn die Abgrenzung am gleichen Ort anatomisch bald auf die eine, bald auf die andere Art zustande kommt, so ist dies natürlich von äußeren Ursachen vollständig unabhängig und einzig in inneren, individuellen Fähigkeiten begründet. Ob und inwiefern ein Parallelismus mit den Kronenverhältnissen besteht, wurde in einzelnen Fällen so gut als möglich dargetan, doch machte sich hier der Mangel an genauen Beobachtungen über den Laubfall stark fühlbar."

Daß aber der Laubfall oder auch nur das Vorhandensein von Blättern eine allgemeine Vorbedingung nicht sein kann, geht schon aus Beobachtungen von Reiche hervor, nach welchen auch die blattlose *Ephedra andina* und die ebenfalls blattlose *Retamilia ephedra* Zuwachszonen besitzen.

Holtermann (6) widmet dem Einfluß des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe eine umfangreiche Schrift. Seine Arbeitshypothese über den Einfluß des Klimas auf die Ausbildung von Zuwachszonen formuliert er auf p. 187 folgendermaßen: „Das Ziel meiner Untersuchungen war der Nachweis, daß die Bildung der Zuwachszonen durch klimatische Faktoren angeregt wird, und daß diese durch direkte Anpassung erworbene Eigenschaft erblich fixiert werden kann."

Holtermann bemüht sich in erster Linie, nachzuweisen, daß die Notwendigkeit, im Frühholz größere Mengen von Leitungsbahnen zur Verfügung zu haben, von der raschen Blattbildung und der damit parallel gehenden stärkeren Transpiration eben der neuen Blätter abhängt. Wenn man auch gar nicht leugnet, daß größere Mengen junger Blätter mehr transpirieren als kleinere Mengen alten Laubes, und daß eine vermehrte Anzahl von Gefäßen der Wasserführung unbedingt zum Vorteil gereicht, so ist dabei doch übersehen,

1. daß nach der oben zitierten Beobachtung von Reiche auch blattlose Pflanzen wie *Ephedra andina* und *Retamilia ephedra* Zuwachszonen besitzen. und
2. daß nach den Untersuchungen von Ursprung nur in wenigen Fällen bei tropischen Hölzern eine vermehrte Zahl von Gefäßen im Frühholz gefunden wird, zumeist keine Vermehrung nachgewiesen werden kann.

Holtermann hat übrigens selbst einige blattlose Pflanzen untersucht (p. 193) und kommt auch zu dem Resultat, daß die Transpiration

dieser Pflanzen (Euphorbien und Cacteen) überaus gering ist, vermerkt aber immerhin doch selbst Andeutungen von Zuwachszonen.

Es dürfte jedem selbst überlassen bleiben, welche Stellung er zu Holtermann's p. 189 ausgesprochener These einnehmen will: „Nur wenn wir die Bildung der Zuwachszonen mit der Funktion der Leitungsbahnen und der Transpiration des Laubes in Zusammenhang bringen, ist es möglich, vom Standpunkt der anatomisch-physiologischen Betrachtungsweise aus die Kausalitätsverhältnisse klarzulegen." Auch in anderer Beziehung scheinen Fachgenossen ein recht bitteres Urteil über Holtermann zu fällen (Volkens, p. 91—92).

Daß die Zuwachszonen auch in den Tropen Jahresringe sein können, zeigt Holtermann an einigen bestimmten Beispielen. Bei anderen Beispielen ließ sich zeigen, daß die Ringe nichtjährlichen Vegetationsperioden entsprachen. So erwähnt er einen reichlich sieben Jahre alten Kakaobaum, der von 1893—1901 dreimal jährlich die Blätter verloren hatte und nun 22 Zonen zeigte.

Holtermann stellt fest, daß durchgehends die schnellwachsenden laubwerfenden Bäume die deutlichsten Zuwachszonen bilden. Er fand verschiedene Bäume und Sträucher, die gar keine Zuwachszonen zeigten. Das waren in der Regel sehr langsam wachsende Pflanzen. Auch das Fehlen der Zuwachszonen wird mit Hilfe der Transpirations-Hypothese erörtert. (Schluß folgt.)

Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas.

Von **Ewald Wüst** in Kiel.

Mit 5 Textfiguren.

Für die Zwecke einer größeren faunengeschichtlichen Arbeit war ich genötigt, zu der Nomenklatur, Systematik und Stammesgeschichte unserer europäischen diluvialen Nashörner Stellung zu nehmen. Das erforderte auch vergleichende Untersuchungen an rezentem Materiale, die mir in den Zoologischen Museen in Kiel und Hamburg durch das dankenswerte Entgegenkommen der Direktoren derselben, der Herren Brandt und Lohmann, ermöglicht wurden. Eine zureichende Begründung der erlangten Ergebnisse würde den Rahmen der erwähnten faunengeschichtlichen Arbeit überschreiten und erfolgt daher in der vorliegenden Arbeit (Abschnitt I). Ich schließe daran (Abschnitt II—IV) die Mitteilung der Ergebnisse einiger anderweitiger Nashornstudien, denen es sehr zustatten gekommen ist, daß ich dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Joh. Walther immer wieder das mir von früher her vertraute, so ungewöhnlich lehrreiche Material des Geologischen Institutes in Halle a. S. zum Vergleiche heranziehen konnte.

I. Zur Nomenklatur, Systematik und Stammesgeschichte der diluvialen Nashörner Europas.

Die Zoologen verteilen schon seit Jahrzehnten mit Recht die lebenden Nashörner auf mehrere verschiedene Gattungen[1]. In der paläontologisch-geologischen Literatur ist es auch heute noch sehr gebräuchlich, die diluvialen Nashörner Europas unter dem Gattungsnamen *Rhinoceros* zu führen, obgleich die Zoologen zur Gattung *Rhinoceros* im neuzeitlichen engen Sinne nur zwei Arten rechnen, von denen allgemein anerkannt ist, daß sie von allen lebenden Nashörnern weitaus am wenigsten mit unseren diluvialen Formen zu tun haben, *Rh. unicornis* L. (= *indicus* Cuv.) und *sondaicus* Desm. (= *javanicus* Cuv.). In derjenigen paläontologisch-geologischen Literatur aber, in der eine Aufteilung unserer diluvialen Arten auf neuzeitlichere, enger gefaßte Gattungen versucht wird, ist eine weitgehende Verwirrung eingerissen.

Seit J. F. Brandt's Monographie der tichorhinen Nashörner[2] war es vielfach üblich geworden, unsere diluvialen Formen, welche alle durch den Besitz einer mehr oder weniger verknöcherten Nasenscheidewand ausgezeichnet sind, zu einer ausgestorbenen, nur diluviale und pliocäne Formen umfassenden Untergattung oder Gattung zusammenzufassen, der man die nächsten Beziehungen zu der rezenten afrikanischen Gattung *Diceros* zuschrieb. Brandt hatte diese Untergattung oder Gattung schon 1849[3] *Tichorhinus* genannt, unverkennbar *T. antiquitatis* Blumenb. (= *tichorhinus* G. Fisch.) als ihren Typus betrachtend. Zwei ältere, noch in Betracht kommende Namen hatte Brandt — zweckmäßiger und auch nach den heute geltenden internationalen Nomenklaturregeln der Zoologen zulässiger Weise —, als auf verkannte Jugendzustände von *T. antiquitatis* Blumenb. gegründet, abgelehnt: *Coelodonta* Bronn 1831, einen heute infolge des herrschenden Prioritätsfanatismus gewöhnlich *Tichorhinus* Brandt 1849 vorgezogenen Namen, und *Hysterotherium* Giebel 1847.

Nachdem schon ältere Autoren darauf hingewiesen hatten, daß ein Teil unserer diluvialen Arten im Gebisse der rezenten malayischen Gattung *Dicerorhinus* Gloger am nächsten steht, kann es nach Toula's Monographie über das Nashorn von Hundsheim[4] keinem Zweifel mehr unterliegen, daß der pliocäne und diluviale Formenkreis des „*Rhinoceros*“ *etruscus* Falc., zu dem auch *hundsheimensis* Toula gehört, der Gattung *Dicerorhinus*, bei deren rezentem Vertreter, *D. sumatrensis* F. Cuv., Toula eine beginnende Verknöcherung der Nasenscheidewand nachwies, unterzuordnen ist. Nach dem übereinstimmenden Urteile aller Autoren, die sich mit der Systematik

[1] Die Nomenklatur wurde von Oldfield Thomas, Proc. Zool. Soc. London, 1901, Vol. 2, p. 154—158, klargestellt.

[2] Mém. Ac. St. Pétersbourg, VII. Série, T. 24, No. 4, 1877.

[3] Mém. Ac. St. Pétersbourg, VI. Série, T. 5, 1849, p. 393.

[4] Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. 19, H. 1, 1902.

unserer diluvialen Nashörner im einzelnen beschäftigt haben, stehen dem genannten Formenkreise die diluvialen Arten *Merckii* Jäg. und *hemitoechus* Falc. sowie die einer verknöcherten Nasenscheidewand entbehrende, vielfach aus dem europäischen Diluvium angegebene, aber, wie H. Schroeder[5] zeigte, auf das Pliocän beschränkte Art *megarhinus* de Christ. recht nahe, so nahe, daß über die Abgrenzung dieser Arten voneinander und von *etruscus* Falc. noch mannigfache Meinungsverschiedenheiten bestehen. Unter diesen Umständen sind alle diese Arten der Gattung *Dicerorhinus* zuzuweisen[6]. Unsere diluvialen *Dicerorhinus*-Arten stehen, wie allgemein bekannt, *D. Schleiermacheri* Kaup so nahe, daß sie unbedenklich auf diese Art des Obermiocäns oder deren nächste Verwandtschaft zurückgeführt werden können.

Tichorhinus antiquitatis Blumenb. entfernt sich allein schon durch die seit H. v. Meyer[7] bekannten Gebißunterschiede so auffallend von allen *Dicerorhinus*-Arten, daß er nicht zu dieser Gattung gestellt werden kann[8]. Zu prüfen bleibt indessen sein Verhältnis zu der rezenten afrikanischen Gattung *Diceros*[9], oder, wenn man diese in *Diceros* Gray (Formenkreis des *bicornis* L.) und *Ceratotherium* Gray (Formenkreis des *simum* Burch.) aufteilen will, zu *Ceratotherium*. Für eine nähere Verwandtschaft mit *Ceratotherium* sind, abgesehen von einigen Merkmalen, von denen bekannt aber öfters nicht genügend beachtet worden ist, daß sie nur *Rhinoceros* s. str. gegenüber unterscheidend und nicht nur mit *Diceros*, sondern auch mit *Dicerorhinus* gemeinsam sind, insbesondere angeführt worden: 1. die gerade abgeschnittene Oberlippe, 2. der sehr lang gestreckte Schädel und 3. der Bau der Backzähne.

1. Die Oberlippe. Die Oberlippe von *Ceratotherium simum* ist in der zoologischen Literatur vielfach gut abgebildet. Ich führe einige leicht zugängliche Abbildungen an: Brehm's Tierleben, 4. Aufl., Säugetiere, 3. Bd., Leipzig und Wien 1915, Tafel Unpaarhufer I bei p. 595, Fig. 1; M. Hilzheimer, Handbuch der Biologie der

[5] Abh. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., H. 18, 1903, p. 92—97.

[6] Schlosser (Zittel, Grundzüge der Paläontologie, II. Bd., 3. Aufl., 1918, p. 513—514) reißt diesen Formenkreis auseinander, indem er *hundsheimensis* mit *sumatrensis* zu *Ceratorhinus* = *Dicerorhinus*, *megarhinus* zu *Diceros* und *etruscus* und *Merckii* zu *Coelodonta* = *Tichorhinus* stellt. Er scheint indessen kein natürliches, den Verwandtschaftsverhältnissen Rechnung tragendes System zu beabsichtigen, denn er leitet *Coelodonta etruscus* von *Ceratorhinus Schleiermacheri*, *Coelodonta antiquitatis* aber von dem, allerdings mit Vorbehalt, zu *Diceros* gestellten *platyrhinus* ab.

[7] Die diluvialen *Rhinoceros*-Arten. Palaeontographica, Bd. XI, 1864, p. 233—283, T. 35—43.

[8] Gegen die mehrfach versuchte Ableitung des *T. antiquitatis* vom Kreise der diluvialen *Dicerorhinus*-Arten hat sich schon Wurm (Verh. Naturhist.-Med. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. 12, H. 1, 1912, p. 56) mit Recht ausgesprochen.

[9] Matsumoto (Science Reports Tohôku Imp. Univ., 2. Ser., Vol. 3, 1918, p. 92) stellt ihn geradezu zu *Diceros*.

Wirbeltiere, Stuttgart, 1913, p. 661, Fig. 527; Führer durch die Schausammlungen des Mus. f. Naturk. in Berlin, I. Zoolog. Schausammlung, 4. Aufl., Berlin 1910, Fig. 1. Von fossilen Nashörnern sind 3 Köpfe mit Weichteilen wissenschaftlich bearbeitet worden:

1. vom Ufer des Wilui im Lena-Gebiete unter 64° n. Br., 1771 gefunden, ausführlich behandelt und abgebildet in J. F. Brandt, De *Rhinocerotis antiquitatis* ... structura ..., Mém. Ac. St. Pétersbourg, VI. Sér., T. 5, 1849, p. 161 ff., *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb.;

2. vom Ufer des Chalbui im Jana-Gebiete unter 68,5° n. Br., 1877 gefunden, ausführlich behandelt und abgebildet und mit dem ebenfalls abgebildeten Wilui-Kopfe verglichen in L. v. Schrenck, Der erste Fund einer Leiche von *Rhinoceros Merckii* Jäg., Mém. Ac. St. Pétersbourg, VII. Sér., T. 27, No. 7, 1880, Bestimmung strittig;

3. aus einer Erdwachsgrube bei Starunia in Galizien, 1907 gefunden; ich beziehe mich im folgenden auf die Abbildungen in der Arbeit von E. L. Nizabitowski, Die Überreste des in Starunia ... gefundenen *Rhinoceros antiquitatis* Blum. ..., Anzeiger Ak. Wiss. Krakau, Math.-Nat. Kl., Reihe B, 1911, p. 240 ff.; die weitere Literatur ist bei H. Hoyer, Die Untersuchungsergebnisse am Kopfe des in Starunia in Galizien ausgegrabenen Kadavers von *Rhinoceros antiquitatis* Blum., Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop., Bd. 19, 1916, p. 419 ff., angeführt; *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb.

Eine so gerade abgeschnittene Oberlippe, wie sie *Tichorhinus antiquitatis* nach Ausweis des Starunia-Kopfes [10] — am Wilui-Kopfe ist die Oberlippe verletzt — aufweist, besitzt unter den lebenden Nashörnern in der Tat nur *Ceratotherium simum*, wenn auch bemerkenswerterweise bei dem hypselodonteren *Rhinoceros unicornis* gegenüber seinem brachyodonten Gattungsgenossen *Rh. sondaicus* eine beträchtlich geringere Entwicklung des zugespitzten Teiles der Oberlippe festzustellen ist. Auch der Chalbui-Kopf zeigt eine gerade abgeschnittene Oberlippe. Diesen Kopf stellten Tscherski [11] und Pohlig [12] zu *Tichorhinus antiquitatis*, Schrenck hingegen zu *Dicerorhinus Merckii*. Eine Zugehörigkeit zu *Dicerorhinus Merckii* kann wohl nach Tscherski's osteologischen Befunden [11] nicht in Betracht kommen, eine solche zu *Tichorhinus antiquitatis* ist aber vollkommen auszuschließen, seit wir das von den Ohren aller lebenden Nashörner, denen auch die des Chalbui-Kopfes gleichen, sehr erheblich abweichende spitze und schlanke Ohr des Starunia-Kopfes [13] — am Wilui-Kopfe fehlen die Ohren — kennen. Da aus

[10] Vgl. a. a. O. Pl. 8, Fig. 2.

[11] Vgl. Mém. Ac. St. Pétersbourg, VII. Sér., T. 40, No. 1, 1893, p. 12, Anm.

[12] Ebenda, p. 444, Anm. 1.

[13] Vgl. a. a. O., Pl. 8, Fig. 2 u. 3. Ein ähnlich schlankes Ohr zeigt auch der geschnitzte Kopf aus dem Magdalénien von Obercassel bei Bonn (Verworn, Bonnet und Steinmann, Der diluviale Menschenfund von Obercassel bei Bonn, Wiesbaden 1919, T. 28, Fig. 2 a), der meines Erachtens zweifellos einen Nashornkopf darstellt.

Sibirien an Nashörnern außer *Tichorhinus antiquitatis* nur *Dicerorhinus hemitoechus* bekannt geworden ist, und die Form des Chalbni-Kopfes gut zum Schädel der letztgenannten Art, z. B. zu dem bekannten, wohl von Irkutzk stammenden Schädel [14] paßt, ist es höchst wahrscheinlich, daß die Chalbni-Leiche zu *Dicerorhinus hemitoechus* gehört. Es hat ja schon Osborn [15] eingehend gezeigt, wie bei den Nashörnern in getrennten Stammreihen in hohem Maße gleichsinnige Umbildungen erfolgen. So differenzieren sich auch verschiedene Nashornstämme unabhängig voneinander in einen Laubfresserzweig mit zugespitzter Oberlippe und brachyodontem Gebisse (*Rhinoceros sondaicus* Desm., *Dicerorhinus sumatrensis* F. Cuv., *Diceros bicornis* L.) und in einen Grasfresserzweig mit weniger zugespitzter (*Rhinoceros unicornis* L.) oder gerade abgeschnittener Oberlippe (*Dicerorhinus hemitoechus* Falc., *Ceratotherium simum* Burch.) und mehr oder weniger hypselodontem Gebisse. Unter diesen Umständen können aus der gerade abgeschnittenen Oberlippe von *Tichorhinus antiquitatis* keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen zu *Ceratotherium simum* gefolgert werden.

2. Der Schädel. Die Ähnlichkeit in der Streckung des Schädels ist eine so oberflächliche, der ganze Schädelbau so grundsätzlich verschieden, daß wohl nur die geringe Zugänglichkeit von Schädeln und sogar von Schädel-Abbildungen von *Ceratotherium simum* es erklärt, daß sich die Annahme besonders naher Beziehungen zwischen *Tichorhinus* und *Ceratotherium* allgemeinster Anerkennung erfreut. Wurm [16] allerdings hat, obgleich er anscheinend seine ganze Anschauung von *Ceratotherium simum* aus Duvernoy [17] schöpft, die grundsätzliche Verschiedenheit des Schädelbaues erkannt.

Ich habe im Zoolog. Museum in Hamburg den von Nehring [18] erkannten, beschriebenen und — leider in zu Vergleichen wenig geeigneter schräger Stellung — abgebildeten Schädel und dazu im Zoolog. Institute in Kiel einen zweiten, erst von mir als *Ceratotherium simum* erkannten Schädel untersucht [19] und hoffe einem Mangel abzuhelfen, wenn ich davon in Fig. 1—5 einige Abbildungen gebe [20].

[14] Vgl. Brandt, a. a. O., 1877, T. 1—2.

[15] Phylogeny of the Rhinoceroses of Europe. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. New York, Bd. XIX, 1900, p. 229 ff.

[16] A. a. O., p. 57—58.

[17] Nouvelles études sur les Rhinocéros fossiles. Arch. Mus. Hist. Nat., T. 7, Paris 1854/5.

[18] Zool. Anz., Bd. 24, 1901, p. 225 ff.

[19] Ueber die Herkunft der beiden Schädel war nichts zu ermitteln. Sie stammen offenbar aus derselben Quelle, da ihre Unterkiefer vertauscht sind, wie aus dem Größenverhältnis zu den Schädeln (Nehring's Abbildung zeigt deutlich, daß der Unterkiefer für den Schädel zu kurz ist) und aus dem Stande der Gebißentwicklung (Hamburger Schädel u. Kieler Unterkiefer mit keimendem, Hamburger Unterkiefer und Kieler Schädel mit angekautem M III) hervorgeht.

[20] Den Kieler Schädel hat mein Assistent, Herr O. Schuster, photographiert; die Photographie der Hamburger Stücke verdanke ich Frl. E. Mohr in Hamburg.

Die besten Abbildungen des Schädels und noch mehr des Gebisses der zu den folgenden Vergleichen herangezogenen Arten sind weit verstreut. Falls man nicht zu viel Einzelheiten nachprüfen will, wird man für die lebenden Arten mit Cuvier's Recherches sur les ossemens fossiles oder Blainville's Ostéographie, für *Tichorhinus* mit Brandt's oben angeführter Arbeit von 1849 und für die wichtigsten diluvialen *Dicerorhinus*-Arten mit den von H. Schroeder im Atlas zu den Abh. K. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., H. 18, 1903 zusammengestellten Abbildungen auskommen.

Fig. 1. *Diceros (Ceratotherium) simus* Burch. Kieler Schädel.

Tichorhinus hat mit *Ceratotherium*[21] das starke Vorspringen des Occipitalkammes nach hinten gemeinsam, doch bildet sich dieses Verhalten, jedenfalls mit Vergrößerung der Hörner, Schwererwerden des Kopfes und Verstärkung der Nackenmuskulatur, unabhängig in verschiedenen Stammreihen aus, da es auch bei *Dicerorhinus hemitoechus* zu bemerken ist. Dagegen bedingt die verschiedene Stellung des Nasenhornes eine grundverschiedene Gestaltung des Schnauzenteiles des Schädels. Bei *Tichorhinus* ist ähnlich wie bei *Dicerorhinus* (bei *D. sumatrensis* erst in den Anfängen) das Nasenhorn weit nach vorne verlagert und dementsprechend die knöcherne Nase lang gestreckt. Der Schnauzenteil des Schädels (nach hinten bis zum hinteren Ende des knöchernen Nasenausschnittes gerechnet) ist länger als hoch, nur bei *Dicerorhinus sumatrensis* ungefähr ebenso lang wie hoch. Die Trajektorien des Gebrauches des Nasenhornes müssen so durch die zunächst knorpelige Nasenscheidewand zum Zwischenkiefer und dem vorderen Teile des Oberkiefers verlaufen, und die Folge ist eine mehr oder weniger weitgehende Verknöcherung der Nasenscheidewand. Bei *Ceratotherium* wie auch bei *Diceros* und *Rhinoceros* liegt das Nasenhorn wesentlich

[21] Bei jungen Tieren ist dieses Verhalten nach Duvernoy, a. a. O., Pl. 8, Fig. 1, zu urteilen, noch nicht ausgeprägt; ebenso erinnern hier die Nasalia noch sehr an die kürzeren Nasalia von *Diceros bicornis*.

weiter rückwärts, und dementsprechend ist die knöcherne Nase nur kurz. Der Schnauzenteil des Schädels ist höher als lang, bei *Rhinoceros sondaicus* nur in unbedeutendem Maße. Die Trajektorien des Gebrauches des Nasenhornes verlaufen hinter dem knöchernen Nasenloche anstatt durch die Nasenscheidewand, so daß letztere nicht verknöchert. Um die erwähnten Formverhältnisse zu zahlenmäßigem Ausdrucke zu bringen, müßte ein größeres Schädelmaterial nach einem neu auszuarbeitenden Maßsysteme vermessen werden. Da ich mich dazu nicht in der Lage sehe, begnüge ich mich mit der Feststellung einiger relativer Maßzahlen auf Grund der von Toula mitgeteilten und einiger von mir an Schädeln und Abbildungen nach Toula's Maßsystem genommener Maße. Um Anhaltspunkte für

1. das Vorragen des Occipitalkammes nach hinten,
2. das Vorragen der Nasalia } u. damit des ganzen Schnauzen-
3. das Vorragen der Intermaxillaria } teiles des Schädels

zu gewinnen, bin ich von Toula's Maßen

1. Nr. 28 (Occipitalkamm in der Mediane — Vorderrand der Orbita),
2. Nr. 22 (Spitze der Nasalia — innerer Winkel der knöchernen Nasenhöhle),
3. Nr. 23 (Spitze der Intermaxillaria — innerer Winkel der knöchernen Nasenhöhle)

ausgegangen. Diese habe ich in % eines Maßes eines innerhalb der diluvialen und rezenten Nashörner-Gruppen wenig Abänderungen unterliegenden Schädelteiles ausgedrückt. Am besten hätte sich dazu die Länge der Hirnhöhle geeignet, doch mußte ich, um Toula's Zahlen verwerten und auch aus Abbildungen messen zu können, mich mit Toula's Maß Nr. 20 (Condylus occipitalis — Vorderwand der Orbita) begnügen. Die an den beiden von mir untersuchten *Ceratotherium*-Schädeln und einem im Zoolog. Institute Kiel befindlichen Schädel von *Tichorhinus antiquitatis* aus „Nordost-Rußland" mit dem Tasterzirkel genommenen bezüglichen Maße nebst der Länge der Mandibeläste von der Mitte des Condylus bis zur Symphyse sind folgende:

Schädel	20	28	28 in % von 20	22	22 in % von 20	23	23 in % von 20	Mandi Läng
Ceratotherium simum Burch. Zool. Mus. Hamburg	460	517,5	112,5	172,5	37,5	147,5	32,1	ca. 5
Ceratoth. sim. Burch. Zool. Inst. Kiel rechts	413	484	117,2	179	43,3	136	32,9	ca. 6
links	420	479	114,0	179	42,6	139	33,1	
Tichorh. antiquit. Blumenb. Zool. Inst. Kiel	357	ca. 400	112,0	226	63,3	—	—	—

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der oben genannten relativen Werte für eine Anzahl Schädel der auf den vorhergehenden Seiten besprochenen Nashornarten. Bei jeder Art sind angegeben:

1. * bei an Schädeln, ^{0} bei an Abbildungen genommenen Maßen,
2. die Zahl der berücksichtigten Schädel,
3. der Autor der Maße oder der benützten Abbildungen (Zitate erübrigen sich im allgemeinen im Hinblicke auf die im vorausgegangenen Texte gegebenen).

Fig. 2. *Diceros (Ceratotherium) simus* Burch. Kieler Schädel.

Wie ohne weiteres ersichtlich ist, können die an Abbildungen genommenen Maße nicht ganz richtig sein, doch ist der Fehler gering, wie man durch Vergleich der am Schädel und an der Fig. 2 zugrunde liegenden Photographie ermittelten Werte für das Kieler *Ceratotherium simum* sehen kann.

Im Werte 1 für das Vorragen des Occipitalkammes fallen die hochspezialisierten Steppen- und z. T. auch Tundren-Nashörner *Dicerorhinus hemitoechus, Tichorhinus antiquitatis* und *Ceratotherium simum* mit 111,1—140,7 ganz aus dem Rahmen der übrigen verglichenen Rhinozeroten mit 80,5—107,6 heraus. Nach den Werten 2 u. 3, die das Vorragen der Nasalia und Intermaxillaria zum Ausdrucke bringen, kann man die verglichenen Arten zwanglos auf zwei Gruppen verteilen:

A. Wert 2 = **29,1—43.3**; 3 = **26,3—34.7**.
Kurznasig-kurzschnauzige Nashörner: *Rhinoceros*, *Diceros*, *Ceratotherium*.

B. Wert 2 = **50.7—76,5**; 3 = **45,0—62,2**.
Langnasig-langschnauzige Nashörner: *Dicerorhinus, Tichorhinus*.

		1. Vorragen des Occipitalkammes nach hinten	2. Länge der Nasalia	3. Vorragen der Intermaxillaria
Rhinoceros (*Monoceronhinus*) *sondaicus* Desm.	*2. Toula	80,5— 87,2	38,4—41,0	—
	0 1. Cuvier	88,5	38,5	30,8
„ (*Rhinoceros*) *unicornis* L.	0 1. Cuvier	90,7	37,1	31,4
Dicerorhinus sumatrensis F. Cuv.	*11. Toula	93,1—101,8	51,5—55,9	45,0—49,8
„ *etruscus* Falc.	0 1. Schroeder	106,6	55,1	—
„ *etruscus Hundsheimensis* Toula	*1. Toula	98,6	—	—
„ *hemitoechus* Falc.	0 2. Schroeder	111,1—115,1	63,4—66	—
„ *Merckii* Jäg.	0 1. Schroeder	95,7	60,2	—
Tichorhinus ? platyrhinus Falc. et Cautl.	0 1. Falconer and Cautley	ca. 100	43,6—43,6	38,0—42,3
„ *antiquitatis* Blumenb.	*1. Wüst	ca. 112	63,3	—
	0 3. Brandt 1849	114,9—140,7	61,7—76,5	59,8—62,2 [4]
	0 1. Photographie [1]	120,3	64,1	55,5
	0 2. Pavlow [2]	113,3—113,5	50,7—54,1	53,3—55,4
Diceros (s. lat.) *pachygnathus* Wagn.	0 1. Weber	107,6	36,4	34,7
„ (*Diceros*) *bicornis* L.	0 1. Photographie [3]	94,7	31,6	26,3
	0 1. Cuvier	110,9	29,1	27,3
„ (*Ceratotherium*) *simus* Burch.	*2. Wüst	112,5—117,2	37,5—43,3	32,1—33,1
	0 1. Photographie	120,5	42,1	30,8

[1] Photographie eines prächtigen Schädels von Groß-Kayna bei Merseburg im Provinzialmuseum zu Halle a. S., die ich dessen Direktor, Herrn Hahne, verdanke. — [2] M. Pavlow, Ann. géol. et min. de la Russie, Vol. 7, 1905, Pl. 3, Fig. 10 u. 11, 2 jugendliche Schädel ohne festgewachsene Nasenscheidewand. — [3] Rezenter Schädel im Zool. Inst. Kiel. — [4] Nur an 2 Abbildungen gewonnen.

Der wohl der Vorfahrenreihe von *Tichorhinus antiquitatis* nahe stehende „*Rhinoceros*“ *platyrhinus* steht mit Wert 2 = **43,0—43.6**; Wert 3 = **38,0—42,3** zwischen beiden Gruppen. Wie mangelhaft auch das mitgeteilte Zahlenmaterial ist, so läßt es doch aufs deutlichste erkennen, daß sich *Ceratotherium* in der Nasen- und Schnauzenlänge eng an *Diceros* anschließt und weit von *Tichorhinus* entfernt.

An weiteren Punkten des Schädelbaues, in denen *Ceratotherium* mit *Diceros* übereinstimmt und von *Tichorhinus* abweicht, seien noch folgende genannt. Der Occipitalkamm verläuft bei *Tichorhinus* wie bei *Dicerorhinus* gerade, bei *Ceratotherium* und *Diceros* in zwei in der Mediane zusammenstoßenden, nach vorne offenen Bögen. In der Mediane der Oberseite der Nasalia ist bei *Tichorhinus* eine Crista, bei *Ceratotherium* und *Diceros* eine Furche ausgebildet. Am Unterkiefer ist das Foramen mentale bei *Tichorhinus*, ähnlich wie bei *Dicerorhinus*, sehr viel kleiner und höher gelegen als bei den afrikanischen Gattungen.

Übrigens sei betont, daß die breiten, rauhen Randwülste der Unterseite der vorderen Teile der Nasalia und der Unterkiefersymphyse des *Ceratotherium* eine Eigenheit darstellen, die sich bei keiner anderen Nashorngattung findet.

3. Das Gebiß. Die Ähnlichkeit des Gebisses von *Tichorhinus* und *Ceratotherium* ist allerdings überraschend. Da mir keine brauchbare Abbildung des Gebisses von *Ceratotherium* zugänglich ist, und es sicher vielen anderen ebenso geht, gebe ich in Fig. 3 u. 4 Photographien des Gebisses des Kieler[22] und des Hamburger Schädels und in Fig. 5 des Hamburger, zum Kieler Schädel gehörigen Unterkiefers. Die Übereinstimmung zwischen *Tichorhinus* und *Ceratotherium* erstreckt sich auf die Hypselodontie mit ihren Begleiterscheinungen, wie rauhe Schmelzoberfläche usw., die sehr schräge Stellung der beiden Schrägjoche (Protoloph und Metaloph), die vom Haupttale meist — durch Verwachsung von Stelidium und Parastelidium — völlig abgeschlossene Mittelgrube, die gute Ausbildung einer hinteren Grube am M. III max. und die Andeutung eines Lobus tertius am M. III mand., die starke Entwicklung der vorderen akzessorischen Falte der Außenwand der Oberkieferbackzähne (Parastyl) und die starke Abplattung der Halbmonde der Unterkieferbackzähne. Im einzelnen finden sich kleine Unterschiede. Bei *Ceratotherium* ist die Hochkronigkeit mit ihren nächsten Begleiterscheinungen noch ausgeprägter (z. B. schließen sich an den Unterkieferbackzähnen die Täler früher zu rings geschlossenen Gruben), sind die Schrägjoche noch schräger gestellt, ist am M. III max. die hintere Grube und am M. III mand. der Lobus tertius noch beträchtlicher entwickelt als bei *Tichorhinus*. Die an unangekauten Unterkieferbackzähnen von *Tichorhinus* deutliche Gliederung in

[22] Der P. 1. max. zeigt beiderseits eine eigentümlich abnorme Stellung, indem er mit der Außenwand gegen die Vorderwand des M. 1. gedreht erscheint.

Fig. 3. *Diceros (Ceratotherium) simus* Burch. Kieler Schädel.

Fig. 4. *Diceros (Ceratotherium) simus* Burch. Hamburger Schädel.

Fig. 5. *Diceros (Ceratotherium) simus* Burch.
Hamburger Unterkiefer, zum Kieler Schädel gehörig.

Außen- und Innenhöcker fehlt bei *Ceratotherium*. Die Vertikalfalten der Außenwand der Oberkieferbackzähne sind bis auf die erste, die „vordere akzessorische Falte" oder das Parastyl, bei *Ceratotherium* viel schwächer und in Einzelheiten abweichend ausgebildet. Diese und andere Einzelheiten ließen sich nur an isolierten Zähnen noch genauer ermitteln. Ich wäre daher für Hinweise auf Material von isolierten Zähnen von *Ceratotherium simum* sehr dankbar.

Im ganzen betrachtet sind die Gebisse von *Ceratotherium simum* und *Tichorhinus antiquitatis* so ähnlich, daß man allein nach ihnen die beiden Arten für nächstverwandt halten könnte. Nach dem über den Schädelbau Gesagten kann ich indessen in diesen weitgehenden Ähnlichkeiten nur Konvergenzerscheinungen erblicken.

Die so bezeichnende Mittelgrube der oberen Backzähne hat *Ceratotherium* nicht nur mit *Tichorhinus* gemeinsam. Bei *Diceros bicornis* bildet sich diese Grube nicht selten bei vorgeschrittener Abkauung aus. Ja schon der obermiocäne *Diceros* (s. lat.) *pachygnathus* Wagn., dessen Gebiß durch M. Weber[23] genauer bekannt geworden ist, zeigt bei stärkerer Abkauung eine Neigung zur Herausbildung dieser Grube[24].

Die rezenten afrikanischen Nashörner werden im allgemeinen, mit Recht, in nahe Beziehung zu *D. pachygnathus* gebracht. Dieser hat aber den P. IV bereits verloren und kann deshalb nicht die Stammform der rezenten Arten sein.

Tichorhinus antiquitatis ist mehrfach auf *platyrhinus* Falc. et Cautl.[25] der Oberen Siwalik-Schichten zurückgeführt worden. Diese Form, deren Schädel[26] ich im Geolog.-Paläont. Institute in Berlin im Abgusse sah, ist in der Tat die einzige Form, die in nähere Beziehungen zu *Tichorhinus antiquitatis* gebracht werden kann. Sie ist in vielen Punkten wesentlich primitiver als diese Art (vgl. z. B. die oben mitgeteilten Zahlen über das Vorragen des Occipitalkammes und des Nasen-Schnauzenteiles), besitzt aber bereits sehr hohe Zahnkronen.

Durch die vorgenommene Vergleichung komme ich zu dem Ergebnisse, daß die bemerkenswerten Ähnlichkeiten zwischen *Ceratotherium* und *Tichorhinus* solche sind, die allgemein unter Steppennashörnern zu entstehen pflegen, und daß im übrigen so grundsätzliche Verschiedenheiten bestehen, daß an eine nähere Verwandtschaft nicht zu denken ist. Dafür spricht auch die bereits oben erwähnte, von allen lebenden Nashörnern ganz abweichende Ohrform, die der Fund von Starunia kennen gelehrt hat. *Tichorhinus* ist eine besondere Gattung, die sich als Steppentypus zu *Dicero-*

[23] Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, 1904, p. 483 ff.

[24] A. a. O., Pl. 14, Fig. 3 (P. I und III).

[25] Mem. Geol. Surv. India, Palaeontol. Indica, Ser. X, Vol. II, Part 1, 1881, p. 48 ff.

[26] A. a. O., Pl. 9, Fig. 2.

rhinus mit vorwiegend Waldformen ähnlich verhält wie *Ceratotherium* zu *Diceros*[27]. *Diceros* und *Ceratotherium* haben in Europa ihren nächsten Verwandten in *Diceros* (s. lat.) *pachygnathus* Wagn. im Obermiocän. Von da bis zum ersten Auftreten von *Tichorhinus antiquitatis* im Diluvium[28] liegt eine lange Zeit, aus der wir aus Europa nichts kennen, was mit den heutigen afrikanischen Nashörnern oder *Tichorhinus* irgendwie in nähere Beziehung gebracht werden könnte. Darauf ist um so mehr Gewicht zu legen, als alle Elemente der europäischen Diluvialfaunen, die heute ausschließlich afrikanischen Formenkreisen angehören, nachweislich aus der jungpliocänen Fauna Europas hervorgegangen sind. Das gilt für die Formenkreise *Macacus florentinus* Cocchi — *inuus* L., *Hyaena arvernensis* Croiz. et Job. — *brunnea* Thunb., *Crocotta Perrieri* Croiz. — *brevirostris* Aym. — *spelaea* Goldf. — *crocuta* Erxl., *Hippopotamus maior* Cuv. — *amphibius* L. und einige Tigerpferde, auf die ich an anderer Stelle näher eingehe.

Die nicht in der jungpliocänen Fauna Europas wurzelnden Säugetiere der europäischen Diluvialfaunen sind alle oder fast alle asiatischen, besonders sibirischen Ursprungs[29]. Einen solchen auch für *Tichorhinus antiquitatis* anzunehmen, legen auch dessen oben besprochene Beziehungen zu „*Rhinoceros*“ *platyrhinus* Falc. et Cautl. der Oberen Siwalik-Schichten nahe.

Ein allerdings entfernterer Zusammenhang zwischen *Tichorhinus* nebst *Dicerorhinus* und *Ceratotherium* nebst *Diceros* ist immerhin unverkennbar. Allen diesen eben genannten Gattungen steht *Rhinoceros* im heute üblichen Sinne, wenigstens in seinem spezialisierteren, in der Gegenwart durch *Rh. unicornis* L. vertretenen Zweige, sehr fremdartig gegenüber. Allein der primitiver gebliebene, in der

---

[27] Diese Konvergenzerscheinungen vermag ich mir schlechterdings nicht selektionistisch zu erklären. Beim Uebergange vom Walde in die Steppe hat offensichtlich eine verhältnismäßig rasche Umbildung der Nashörner unter dem Einflusse der neuen Umwelt Platz gegriffen. Neuere Erfahrungen über den Einfluß endokriner Drüsen auf die verschiedensten Organe machen eine solche rasche Umbildung verständlicher, da es sehr wohl möglich erscheint, daß irgend ein einfacher Umstand der Umwelt, etwa eine chemische Eigenschaft der Nahrung, Drüsen mit innerer Sekretion und damit von diesen in ihrer Ausbildung abhängige Organe stark beeinflußt. Vgl. hierzu Jens Paulsen, Wesen und Entstehung der Rassenmerkmale. Arch. Anthrop., N. F., Bd. 18, 1920, p. 60 ff.

[28] Die Art fehlt noch den ältesten diluvialen Faunen wie denen von Mosbach, Mauer, Süßenborn usw. Auf den Zeitpunkt ihres ersten Auftretens in Europa werde ich an anderer Stelle in größerem faunengeschichtlichem Zusammenhange zurückkommen.

[29] Ein sehr großer Teil dieser Einwanderer trifft in Mitteleuropa erst in der Würm-Eiszeit ein, anscheinend nachdem die in der Ausdehnung des Kaspisees bis an den Ural gegebene Wanderschranke gefallen war. Hierauf gehe ich an anderer Stelle in größerem faunengeschichtlichem Zusammenhange auf das ausführlichste ein.

Gegenwart durch *Rh. sondaicus* Desm. vertretene Zweig von *Rhinoceros* nähert sich im Schädel- und vor allem im Zahnbau recht deutlich *Diceroryhinus sumatrensis* F. Cuv.[30], der in Schädel und Gebiß wesentlich ursprünglicher geblieben ist als unsere diluvialen *Diceroryhinus*-Arten. Die Unterschiede, welche die bezeichneten beiden Zweige von *Rhinoceros*, die ja bekanntlich schon in den Siwalik-Schichten scharf voneinander geschieden sind, im Schädel wie auch im übrigen Skelett und im Gebisse aufweisen, sind so groß, daß man diesen Zweigen annähernd mit demselben Rechte wie *Diceros* und *Ceratotherium* den Rang von Gattungen oder Untergattungen beimessen kann. Während *Rhinoceros unicornis* L. und Verwandten im Falle einer Aufteilung der Gattung *Rhinoceros* der Name *Rhinoceros* verbleiben würde, wäre für *Rh. sondaicus* und Verwandte ein neuer Name einzuführen; als solchen schlage ich *Monoceroryhinus* vor.

Die hier entwickelten Anschauungen über Nomenklatur, Systematik und Stammesgeschichte der diluvialen europäischen und der rezenten Nashörner fasse ich in der folgenden kurzen Übersicht zusammen, in der ich die namentlich paläontologisch wichtigsten Merkmale mindestens der Untergattungen kurz zugefügt habe. Den Autoren der Gattungen, Arten usw. füge ich die Jahreszahlen zu, kann aber im allgemeinen im Hinblicke auf Trouessart's Catalogus Mammalium und die angeführte ältere Literatur auf Zitate verzichten.

A. Rhinocerotes. 1 I. mand. Höchstens ein nasales Horn. Haut faltig („gepanzert"). Klauendrüsen.

I. Genus: *Rhinoceros* L. 1766. Zahnformel $\frac{1(2).0.4.3}{1.1.4.3}$. Oberkieferbackzähne im Gegensatze zu den übrigen Gattungen mit nur schwach angedeutetem Parastyl; bei starker Abkauung entsteht — früher bei hypselodontem als bei brachyodontem Gebisse — eine geschlossene Mittelgrube. Schädel kurz und hoch; Occipitalkamm nicht nach hinten vorragend; Processus posttympanicus und postglenoidalis verschmolzen; Schnauze kurz; Nasalia kurz, zugespitzt, Septum unverknöchert. ♂, z. T. auch ♀ mit nasalem Horne.

1. Subgenus: *Monoceroryhinus* nom. nov. Backzähne brachyodont. ♀ ohne Horn. Oberlippe lang zugespitzt. Haut noch etwas behaart. Rezent: *M. sondaicus* Desm. 1822 (= *javanicus* Cuv. 1824),

[30] Im Hamburger Zoologischen Museum hatte ich Gelegenheit, die Schädel dieser beiden malayischen Nashörner zu vergleichen; auch erwies sich ein als *Rh. unicornis* bezeichnetes Skelett des Kieler Zoologischen Institutes als *sondaicus*. Den schon in der Literatur gegebenen Darstellungen von Schädel und Gebiß von *Rh. unicornis*, *Rh. sondaicus* und *Diceroryhinus sumatrensis* vermag ich nichts Wesentliches hinzuzufügen. Hätte man von *Rhinoceros sondaicus* und *Diceroryhinus sumatrensis* wie von so vielen fossilen „Arten" nur ein paar Backzähne, so würde man sie zweifellos als einander ganz nahestehend ansehen und derselben Gattung zurechnen.

Hinterindien und Java. Sicher zurückzuverfolgen bis zu *M. sivalensis* Falc. et Cautl. 1847 in den Siwalik-Schichten.

2. Subgenus: *Rhinoceros* L. 1766 s. str. Backzähne hypselodont. ♀ mit Horn. Oberlippe kurz zugespitzt. Haut nackt. Rezent: *Rh. unicornis* L. 1766 (= *indicus* Cuv. 1801), Vorderindien. Sicher zurückzuverfolgen bis zu *Rh. palaeindicus* Falc. et Cautl. 1847 in den Siwalik-Schichten.

B. Dicerotes. I. mand. fehlen. Nasales und frontales Horn. Haut glatt oder wenig faltig. Keine Klauendrüsen.

II. Genus: *Dicerorhinus* Gloger 1841 (= *Ceratorhinus* Gray 1867). Zahnformel $\frac{1.0.3(4).3}{0.1.3(4).3}$. Der Schädel wird bei den spezialisierteren Formen sehr lang und niedrig, wobei der Occipitalkamm stark vorragt, Schnauze und zugespitzte Nasalia sich verlängern und das Septum nasale mehr oder weniger verknöchert; Processus posttympanicus und postglenoidalis bei *sumatrensis* getrennt, bei den spezialisierteren diluvialen Formen mehr oder weniger verschmelzend. Nasales und frontales Horn weit auseinander, nasales mit seinem Zentrum weit nach vorne gerückt. Haut wenig faltig, verhältnismäßig stark behaart. Oberlippe der rezenten Formen stark zugespitzt.

Rezent: *D. sumatrensis* F. Cuv. 1817 mit Unterarten, Hinterindien, Borneo, Sumatra. In Asien bis ins Diluvium, in Europa vom Diluvium bis ins Miocän (*Schleiermacheri* Kaup 1832 und Verwandte) zu verfolgen. Im europäischen Diluvium:

1. *D. etruscus* Falc. 1859. In Europa schon im Pliocän. Mehrere „Mutationen" im älteren Diluvium, darunter *hundsheimensis* Toula.

2. *D. hemitoechus* Falc. 1860. Wohl aus pliocänem *D. etruscus* hervorgegangen. Fast durch das ganze Diluvium. Die spezialisierteste Form: hypselodont, extrem langschädelig durch Vorragen des Occipitalkammes wie Verlängerung des Schnauzenteiles. Nach der wahrscheinlich hierhergehörenden Leiche vom Chalbui mit gerade abgeschnittener Oberlippe und dichter Behaarung.

3. *D. Merckii* Jäg. apud Kaup 1841. Wohl aus dem pliocänen *D. megarhinus* de Christ. 1835 hervorgegangen[31]. Durch den größten Teil des Diluviums in *Antiquus*-Faunen.

III. Genus: *Tichorhinus* J. F. Brandt 1849 (= *Coelodonta* Bronn 1831). Die Gattung steht *Dicerorhinus* näher als *Diceros*. Zahnformel $\frac{0.0.3.3}{0(2).3.3}$. Backzähne hypselodont, Joche sehr schräge, mit geschlossener Mittelgrube. Schädel sehr lang und niedrig; Occipitalkamm weit vorragend; Processus posttympanicus und postglenoidalis verschmolzen; die nach vorne verjüngten, aber zuletzt abgestutzten Nasalia sehr verlängert, Septum nasale verknöchert. Nasales und frontales Horn weit auseinander, nasales mit seinem

[31] Ich folge hierin Freudenberg, Geol. u. Pal. Abh., N. F., Bd. 12, H. 4/5, 1914, p. 17 ff.

Zentrum weit nach vorne gerückt. Haut glatt, dicht behaart. Oberlippe gerade abgeschnitten. Ohr eigenartig spitz und schlank.

Im Diluvium von Europa und Nordasien *T. antiquitatis* Blumenb. 1807 (= *tichorhinus* G. Fisch. 1814). Beziehungen zu *platyrhinus* Falc. 1847 der Oberen Siwalik-Schichten weisen auf asiatischen Ursprung.

IV. Genus: *Diceros* Gray 1821. Zahnformel $\frac{0(\text{rud.}).0(\text{rud.}).3-4.3}{0(\text{rud.}).0(\text{rud.}).3-4.3}$. Backzähne mit zunehmender Neigung zur Bildung einer geschlossenen Mittelgrube. Der Schädel kann durch Vorragen des Occipitalkammes lang werden; Processus posttympanicus und postglenoidalis getrennt oder sich aneinander legend; Nasalia kurz, breit, vorne abgestutzt. Nasales und frontales Horn nahe beieinander, nasales mit seinem Zentrum weit hinten stehend. Haut glatt oder wenig faltig, haarlos.

1. Subgenus: *Diceros* Gray 1821 s. str. P. $\frac{4}{3-4}$. Backzähne brachyodont. Schädel wenig verlängert. Oberlippe stark zugespitzt.

Rezent: *D. bicornis* L. 1766 und Unterarten, Ost- und Südafrika.

2. Subgenus: *Ceratotherium* Gray 1867 (Proc. Zool. Soc. London, p. 1027). P. $\frac{3(4?)}{3(4?)}$. Backzähne hypselodonter als bei den übrigen Gattungen. Schädel durch starkes Vorragen des Occipitalkammes verlängert. Intermaxillaria und Mandibelsymphyse mit rauhem Randwulste. Oberlippe gerade abgeschnitten.

Rezent: *C. simum* Burch. 1817 und Unterarten. Zentral- und Südafrika.

Die diluvialen Formen von *Diceros* s. lat. in Afrika wenig geklärt. Anschluß nach unten bei europäisch-vorderasiatischen miocänen Formen wie *D.* (s. lat.) *pachygnathus* Wagn. 1850 und Verwandten.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Dr. **E. Schiebold.** bislang Assistent am Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Leipzig, folgte einem Rufe als Leiter der Physikalischen Abteilung an das Kaiser-Wilhelm-Institut Neubabelsberg bei Berlin.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Quantitative mineralogische Zusammensetzung des Hornblendemiassites aus dem Ilmengebirge im Ural.

Von **Maria Posnowa** in Nowotscherkassk.

In den letzten Arbeiten von D. S. Beljankin, welche der Petrographie der Ilmenberge gewidmet sind, ist uns eine ganze Reihe neuer Kenntnisse gegeben sowohl über den chemischen Bestand der Mineralien, als auch über die quantitative mineralogische Zusammensetzung der letzteren [1]. Auf diese Weise werden die Fragen der Spaltung des Magmas einer der interessantesten der mineralogisch-petrographischen Provinzen Rußlands beleuchtet. Die Berechnung des mineralogischen Bestandes hat Beljankin nach den Ergebnissen der chemischen Analyse der Mineralien geführt, wodurch die Berechnungen selbst nach der Bauschanalyse bedeutend mehr Wert erhalten, als es gewöhnlich geschieht. Demungeachtet sind die geraden Ermessungen in den Dünnschliffen nach Rosiwal's oder Delesse's Methoden sehr wünschenswert, ein Kontrollmittel in solchen Fällen, weshalb diese Arbeit auf Vorschlag des Prof. Dr. Peter Tschirwinsky und unter seiner Leitung von mir an dem Bänderhornblendemiassit [2] ausgeführt worden war. Das betreffende Gestein stammt aus den Aufschlüssen südlich der Mündung des Flusses Tscheremschanka.

Die Stufen waren von ihm persönlich im Jahre 1907 gesammelt worden und befinden sich gegenwärtig in der Sammlung des Instituts für Praktische Geologie des Donischen Polytechnikums. Aus einem derselben wurden bereits im Jahre 1908 von der Firma Krantz in Bonn drei große Schliffe (IV 66 a, b, c), die senkrecht zueinander geschnitten sind, gefertigt. Die Schliffe waren sehr gut gelungen, aber etwas dick. Meine Aufgabe bestand in der Quantitätsberechnung des Bestandes des Gesteins im ganzen und der Berechnung der leukokraten und melanokraten Teile derselben (das letzte ist von D. S. Beljankin nicht gemacht worden). Die Ermessungen der Oberfläche der Schliffe, welche mittels des Millimeterpapiers ausgeführt worden waren, ergaben die in der beigefügten Tabelle 1 angeführten absoluten und relativen Zahlen.

[1] D. Beljankin, Skizzen der Petrographie der Ilmenberge. Nachrichten des Petersburger Polytechnikums. 1909. XII. Bd. p. 135—166; XIII. Bd. 1910. p. 715—732. „Die Karte der Petrographie der Ilmenberge." Verhandlung der Akademie der Wissenschaften. 1915. 67 p.

[2] Das Wort Miassit stammt von dem Ort Mias, weshalb wir schreiben Miassit, statt des gewöhnlich benutzten Miascit.

Tabelle 1.

	Schliff IV 66 a		Schliff IV 66 b		Schliff IV 66 c		Durchschnitt aus a, b. c
	qmm	%	qmm	%	qmm	%	%
Leukokrater Teil	740	79,14	769	82,96	616	74,13	78,74
Melanokrater Teil	195	20,86	158	17,04	215	25,87	21,26
Summa	935	100,00	927	100,00	831	100,00	100,00

Wenn man nun aus den Flächen dieser drei Dünnschliffe die Quadratwurzeln auszieht, so erhält man die Seiten der ihnen an Größe gleichen Quadrate. So ist nun die Seite für

IV 66 a = 30,59 mm, IV 66 b = 30,45 mm, IV 66 c = 28,83 mm.

Indem wir die erhaltenen Zahlen miteinander multiplizieren, erhalten wir das Volumen der zur Untersuchung verwerteten Gesteine. In unserem Falle macht es 26,854 ccm aus. Indem man ihn mit dem Wert des spezifischen Gewichts des Gesteins (2,65, siehe unten) multipliziert, erhält man die Einwage $26{,}854 \times 2{,}65 = 71{,}1631$ g. Da das Gestein mittelkörnig ist, so muß diese Zahl jedenfalls a priori die genügende Genauigkeit der Ermessungen garantieren. Die Ermessungen wurden nach Rosiwal's Methode mit Hilfe von Hirschwald's Okular ausgeführt bei ungefähr 36facher Vergrößerung. Die Größe der Mikrometerteilung ist gleich 0,028 mm. Die Länge der gemessenen Indikatrix im ersten Dünnschliffe 76 cm, in dem zweiten 67 cm und im dritten wieder 67 cm, also ziemlich groß in allen Fällen. Die gefundenen Mittelwerte sind in der Übersichtstabelle 2 zusammengestellt.

Übersichtstabelle 2.

Namen der Teile	Schliff a	Schliff b	Schliff c	im Durchschnitt
Feldspäte (Mikroperthit und Albit) und Nephelin . .	90,41	88,42	90,29	89,71
Hornblende	7,13	9,64	8,02	8,26
Sphen	0,90	1,01	1,25	1,05
Apatit	0,26	0,12	0,21	0,20
Ilmenit	1,30	0,81	0,23	0,78
Summa . .	100,00	100,00	100,00	100,00

Um von diesen Zahlen zur Bestimmung des quantitativen mineralogischen Bestandes der melanokraten Schlieren unseres Miassites überzugehen, wird's wohl am leichtesten sein, die quantitative

mineralogische Berechnung des leukokraten Teiles zu führen, und dann, da uns das quantitative Volumverhältnis der beiden Teile bekannt ist, diesen Bestand durch Ausrechnungen zu finden. In der dritten Tabelle sind die Zahlen, die durch die Ermessung des Umfangs des leukokraten Teiles des Miassites erhalten sind, miteinander verglichen:

Übersichtstabelle 3.

Der Volumbestand der leukokraten Schlieren des Hornblendemiassites.

Namen der Mineralien	Schliff a	Schliff b	Schliff c	im Durchschnitt
Feldspäte und Nephelin . .	98,29	98,06	98,03	98,13
Hornblende	0,97	1,52	1,31	1,27
Sphen	0,42	0,28	0,41	0,37
Apatit	0,32	0,14	0,25	0,23
Ilmenit	0,00	0,00	0,00	0,00
Summa . .	100,00	100,00	100,00	100,00

Jetzt können wir folgende Gleichung schreiben:

Feldspäte und Nephelin .	$98{,}13 \times 0{,}7874 = 77{,}27$ %	(nach Vol.)
Hornblende	$1{,}27 \times 0{,}7874 = 1{,}00$ „	
Sphen	$0{,}37 \times 0{,}7874 = 0{,}29$ „	
Apatit	$0{,}23 \times 0{,}7874 = 0{,}18$ „	
Im ganzen des leukokraten Stoffes	78,74 %	(s. Tabelle 1).

Dann muß in dem melanokraten Teile sein:

Feldspäte und Nephelin .	$89{,}71 - 77{,}27 = 12{,}44$ %	(nach Vol.)
Hornblende	$8{,}26 - 1{,}00 = 7{,}26$ „	
Sphen	$1{,}05 - 0{,}29 = 0{,}76$ „	
Apatit	$0{,}20 - 0{,}18 = 0{,}02$ „	
Ilmenit	$0{,}78 - 0{,}00 = 0{,}78$ „	
Der melanokrate Teil	21,26 %	(s. Tabelle 1).

Unter diesen Bedingungen wird der Bestand der melanokraten Schlieren bei Umrechnung auf 100 in Vol.-% sein:

Feldspäte und Nephelin . .	58,51
Hornblende	34,15
Sphen	3,57
Apatit	0,10
Ilmenit	3,67
	100,00

Aus diesen Ziffern sehen wir, daß sich im melanokraten Teile außer der Hornblende in recht erhöhter Quantität Sphen und Ilmenit befinden. (Den Sphen kann man ganz gut in Stufen mit unbewaffnetem Auge sehen, der Ilmenit ist in Stücken an Farbe der Hornblende ähnlich und deshalb wenig sichtbar.) Das spezifische Gewicht des Hornblendemiassites (desselben Stückes aus dem die

Dünnschliffe angefertigt worden waren) wurde von Prof. Tschirwinsky mittels der hydrostatischen Wage bestimmt. Das Wägen wurde in einem untergehängten Platintiegel vorgenommen, wobei das Wasser zur Entfernung der Luft aus den Spalten und Poren des Gesteins zum Kochen gebracht wurde. Die Einwage war 36,1549 g in drei Stücken genommen. Spez. Gew. ist = 2,650 bei 18° C. Spez. Gew. der Feldspatnephelinmischung ist aus der beigefügten Gleichung für 2,56 berechnet worden, wobei das spez. Gew. der Hornblende = 3,30, des Sphens = 3,50, Apatits = 3,15 und Ilmenits = 4,85: 0,8971 . 2,56 + 0,0826 . 3,30 + 0,0105 . 3,50 + 0,0020 . 3,15 + 0,0078 . 4,85 = 2,650.

Dann muß der Miassit im ganzen nach Gewicht enthalten:

	Nach unseren Ausrechnungen	Nach Beljankin
Feldspate und Nephelin .	86,66	89,00 (darunter 22 % Nephelin)
Hornblende	10,29	11,00
Sphen	1,39	—
Apatit.	0,23	—
Ilmenit	1,43	—
	100,00	100,00

Auf diese Weise erhalten wir für den Bestand des leukokraten und melanokraten Teiles des Hornblendemiassites nach Gewicht folgende Zahlen:

Feldspäte und Nephelin . .	27,59	51,11
Hornblende	1,63	38,45
Sphen	0,50	4,26
Apatit.	0,28	0,11
Ilmenit	0,00	6,07
	100,00	100,00
Spez. Gew.	2,57 (4233)	2,93 (0901)

Wenn in dem melanokraten Teile nur Feldspäte, Nephelin und Hornblende vorhanden:

Feldspäte und Nephelin. .	57,07
Hornblende	42,93
	100,00

Es ist wohl möglich, daß die melanokraten Schlieren des oben angeführten Bestandes sich der eutektischen Mischung nähern. Der Nephelin verursacht hier keinen wesentlichen Einfluß, wie man es aus folgender Supplementberechnung des leukokraten Teiles des Hornblendemiassites und Hornblendesyenits, die aus demselben Ort stammen, nämlich aus den Ausgrabungen südlich der Mündung des Flusses Tscheremschanka (siehe bei D. Beljankin) sehen kann. Erstens haben die beiden Gesteine fast dieselbe Quantität der Hornblende nach Gewicht, nämlich 11 % und 12 %. Zu gleicher Zeit gibt D. Beljankin ja eine Zergliederung der Feldspatmischung:

	für den Miassit	für den Syenit
Or	27 %	35 %
Ab	38 „	50 „
An	2 „	3 „
	67 %	88 %

An und für sich sprechen diese Zahlen noch sehr wenig dafür, daß diese Mischungen in beiden Fällen sehr nahe liegen.

Anderes ergibt sich bei Umrechnung dieser Mischungen auf 100:

	für den Miassit	für den Syenit
Or	40,30	39,77
Ab	56,72	56,82
An	2.98	3,41
	100,00	100,00

Dieser Fall ist sehr interessant und erfordert Kontrolle an anderen Fundorten mit ähnlicher Paragenesis der Gesteine. Wenn man die äquimolare Mischung des echten Durchschnittsorthoklases und Mikroklins mit dem echten Durchschnittsplagioklas in den Graniten nimmt, so bekommt man sehr nahe die Zusammensetzung des theoretischen Orthoklasstoffes, was man aus folgenden Zahlen, die in der Arbeit von Prof. P. Tschirwinsky angeführt sind, sehen kann:

Or	40,92	
Ab	46,83	57,08 Ab_4An_1
An	12.25	
	100,00	

dem entspricht: 2 Mol Or : 3,02 Mol Ab_4An_1 [1] oder nach neuerer Berechnung:

Or	39,67	
Ab	52,51	60,33 $Ab_{7,1}An_1$
An	7,82	
	100,00 [2]	

D. S. Beljankin hat sehr scharfsinnig die Ausrechnungen des Hornblendemiassites in seine Komponenten durchgeführt, trotz der Schwierigkeit, die die Anwesenheit des Nephelins in diese Ausrechnungen brachte. Dabei ist ausgerechnet worden, daß in der Feldspatnephelinmischung 60,7 % der Kieselsäure enthalten sind. Es war deshalb wünschenswert, diese Zahl durch Analyse zu kontrollieren, was von Tschirwinsky gemacht worden war, welcher in dem leukokraten Teile unseres Hornblendemiassites 60,07 % Kieselsäure fand, was dem früher ausgerechneten sehr nahe ist. Jetzt kommt die Frage über die Feldspatgliederung in dem Horn-

[1] P. Tschirwinsky, Die quantitative chemische Zusammensetzung der Granite und Greisen. Moskau. 1910. p. 579.

[2] P. Tschirwinsky, Beiträge zur Mineralogie Rußlands. Nachrichten des Donischen Polytechnikums. 1919. Bd. VII. Abt. 2. Hier sind auch die Analysen der Albite der Granitgesteine in Betracht genommen, was früher nicht gemacht worden war.

blendemiassit. Diese Frage kann durch optische Untersuchung, aber mehr von seiten der Qualität entschieden sein. Sie zeigt, daß der Miassit zwei Hauptarten der Feldspäte, den Mikroperthit und den Albit enthält. In dem letzten nimmt er 6% Anorthit an. Zu gleicher Zeit gibt es acht mehr oder weniger volle Analysen der Mikroperthite der Gesteine der Ilmenberge (siehe bei Beljankin), welche im Durchschnitt folgenden Bestand dieses Minerals zeigen (unsere Ausrechnung):

SiO_2	64,69			
Al_2O_3	19,64			
Fe_2O_3	0,43	Or	56,50	
CaO	0,53	Ab	37,88	
BaO	0,56	An	2,52	3,74
MgO	0,14	Ce[1]	1,22	
K_2O	9,55		98,12	
Na_2O	4,55			
	100,09			

Spez. Gew. 2,59. Die ungefähre Formel $Or_3 Pl_2$.

Für den Albit der Ilmenberge sind mir zwei Analysen bekannt:

			Durchschnitt
SiO_2	66,70	66,74	66,77
Al_2O_3	21,40	19,33	20,37
CaO	0,80	Spuren	0,40
K_2O	1,10	4,65	2,88
Na_2O	10,10	8,45	9,28
H_2O	0,90	0,35	0,63
	101,00	99,52	100,33

Spez. Gew. 2,61

D. Beljankin nimmt ganz richtig an, daß der Bestand der Hornblende im Hornblendemiassit sich dem Durchschnittsbestand der Hornblende des Biotitmiassites und solchen des Granodiorites nähern muß, welche von ihm ausführlich analysiert worden waren[2].

[1] Das heißt Celsiansubstanz.

[2] Da sind die erhaltenen Zahlen:

	I.	II.	im Durchschnitt
SiO_2	37,01	43,62	40,32
TiO_2	0,74	0,66	0,70
Al_2O_3	13,04	10,53	11,79
Fe_2O_3	5,84	4,69	5,27
FeO	22,15	13,06	17,61
MnO	1,77	0,29	1,03
MgO	2,60	10,87	6,74
CaO	7,52	12,06	9,79
Na_2O	3,74	2,32	3,03
K_2O	2,86	1,24	2,05
F	0,35	—	0,35
H_2O	0,97	0,54	0,75
Verlust bei 110°	0,28	0,16	0,22
	98,87	100,04	99,65

I. Hornblende aus Hornblendemiassit, II. Hornblende aus Granodiorit.

Da uns dabei die Zusammensetzung des Nephelin auch bekannt ist [1], so haben wir volle Möglichkeit, die Analyse des Miassites von Tscheremschanka im ganzen benutzend [2], seinen Bestand auszurechnen. Das haben wir ausgeführt und der Bestand der Feldspatmischung nach Umrechnung auf 100 ist unter Rubrik I und unter Rubrik II das anchieutektische Gemisch des echten Mikroperthits und Albits aus dem Miassit (es ist der Durchschnitt aus zwei Durchschnitten, die oben für diese Mineralien gegeben worden waren, genommen):

	I.	II.
SiO_2	65,36	65,73
Al_2O_3	20,10	20,01
CaO	1,34	0,75 (inkl. BaO)
K_2O	6,87	6,22
Na_2O	6,33	6,92
	100,00	99,63

Da sehen wir ein neues glänzendes Zusammentreffen, welches einerseits unsere Ermessungen und die Ausrechnungen von D. S. Beljankin bestätigt, andererseits beweist, daß sogar die schlierigen Gesteine wie der Miassit gleich den normalen Granitgesteinen ein gut differenziertes Produkt der Pyrosphäre darstellen können.

Nowotscherkassk, April 1922.
Mineralogisches Kabinett des Donischen Veterinarinstituts.

[1] Es gibt acht einander nahe stehende und sehr genaue Analysen dieses Minerals, die von W. W. Karandeew gemacht sind (Abhandl. der Akademie der Wissenschaften, Petersburg 1913). Sie geben im Durchschnitt:

SiO_2	43,64
Al_2O_3	33,84
CaO	0,41
K_2O	5,82
Na_2O	16,14
H_2O	0,83
	100,68

[2] Die Analyse von Herrn Beljankin lautet so:

SiO_2	58,36
TiO_2	0,13
Al_2O_3	22,36
Fe_2O_3	0,79
FeO	1,42
MnO	nicht best.
MgO	0,62
CaO	2,08
K_2O	6,11
Na_2O	8,17
Glühverlust	0,50
bei 110°	0,06
	101,19

Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte".

Von **Carl Stieler.**

Mit 3 Textfiguren.

I. Literaturverzeichnis und Einleitung.

Nur Arbeiten, auf die unmittelbar Bezug genommen ist, sind aufgeführt.

1. Bucher, The mechanical interpretation of joints. I. Teil. The Journ. of Geol. Bd. 28. Chicago 1920. II. Teil. Ebenda. Bd. 29. Chicago 1921.
2. Cloos, Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Braunschweig 1921.
3. Daubrée, Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Deutsche Übers. von Gurlt. Braunschweig 1880.
4. Föppl, Abhängigkeit des Bruchs von der Art des Spannungszustands. Mitt. Mech.-Techn. Labor. Techn. Hochschule München. Bd. 27. München 1900.
5. Haag, Bemerkungen zur Geol. von Schwenningens Umgebung. Dies. Centralhl. Stuttgart 1911.
6. Hauff, Untersuchung der Fossillagerstätten von Holzmaden . . . Palaeontogr. 64. Bd. Stuttgart 1921.
7. Hennig, Strukturelle und skulpturelle Züge im Antlitz Württembergs. Öhringen 1920.
8. Hobbs, Repeating patterns in the relief and in the structure of the land. Bull. Geol. Soc. Am. Bd. 22. New York 1911.
9. Höfer v. Heimhalt, Die Verwerfungen. Braunschweig 1917.
10. Kármán, Festigkeit. Handwörterbuch d. Naturwiss. 3. Bd. Jena 1913.
11. Kranz, Jüngere Tektonik West-Württembergs. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 78. Jahrg. Stuttgart 1922.
12. Mohr, Technische Mechanik. 2. Aufl. Berlin 1914.
13. Müllerried, Klüfte, Harnische und Tektonik der Dinkelberge und d. Basler Tafeljura. Diss. Heidelberg 1921.
14. Neischl, Die Höhlen der Fränk. Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Täler. Diss. Erlangen 1908.
15. Reich, Stratigr. und tekton. Studien im Uracher Vulkangebiet. Diss. Freiburg 1915.
16. Rinne, Beitr. zur Kenntnis der Umformung von Kalkspatkristallen und Marmor unter allseitigem Druck. N. Jahrb. f. Min. etc. Bd. I. Stuttgart 1903.
17. — Vgl. Unters. über die Methode zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Gesteinen. N. Jahrb. f. Min. etc. Bd. I. Stuttgart 1907.
18. Röhrer, Geol. Unters. der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydr. Netz im nördl. Schwarzwald und im südl. Kraichgau. 1. Teil. Jahresber. u. Mitt. Oberrh. Geol. Ver. N. F. Bd. 6. Stuttgart 1916. 2. Teil. Desgl. Bd. 11. Stuttgart 1922.
19. Salomon, Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 63. Bd. Berlin 1911.
20. Schmidt, Martin, Erläut. zum Bl. Schwenningen. Geol. Spezialkarte Württ. Stuttgart 1914.
21. Weber, Zum Problem der Grabenbildung. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 73. Bd. Berlin 1921.

Seitdem Daubrée (3) den Gesteinsspalten ein Kapitel seines Werks gewidmet hat, ist man lange Zeit in dieser Frage nicht wesentlich über das von ihm Erkannte hinausgekommen. Auch Rinne (16 u. 17) brachte keine neuen Gesichtspunkte hinsichtlich Auswertung seiner Experimente, doch bleibt ihm das Verdienst, die Ergebnisse der Techniker der geologischen Wissenschaft zugängiger gemacht zu haben.

Erst in jüngerer Zeit haben sich mehrere Autoren (Lit.-Ang. in 18) intensiver mit den Klüften befaßt, so haben sich z. B. Schüler Salomon's der Untersuchung von Klüften beiderseits des Rheintalgrabens gewidmet. Ohne die Bedeutung dieser Arbeiten schmälern zu wollen, sei aber doch ausgesprochen, daß die theoretische Seite der Frage dabei nahezu völlig außer acht gelassen wurde; vielmehr wurden die Klüfte rein handwerksmäßig kartiert, und Kritik setzte nicht bei den Unterlagen, sondern erst denjenigen Resultaten ein, die aus dem Rahmen des Erwarteten fielen. Leider sind durch übertriebenes Schematisieren bei der Veröffentlichung Einzelergebnisse aus den Arbeiten nicht zu entnehmen; das ist um so mehr zu bedauern, als sie den Verfassern vorgelegen haben und im folgenden sich zeigen wird, daß zur Klärung des Gesamtkomplexes der Klüftungsfrage es auf jede Einzelheit ankommt.

Cloos (2) blieb es vorbehalten, im Granit u. a. auch die Klüftung systematisch nach der Richtung hin auszuwerten, wie beschaffen und gerichtet die sie erzeugende Kraft war. Intrusivmassen sind zu solcher Untersuchung ganz besonders geeignet, weil Cloos nachweisen konnte, daß die in Frage kommenden Klüfte auf dieselbe Kraft zurückgehen, die schon während der Intrusion wirksam war, ja die Intrusion bedingte. Damit aber können bei Plutoniten manche Indikatoren mit herangezogen werden, die naturgemäß bei einem Sedimentärgestein fehlen. 8 Merkmale gibt Cloos (2, p. 10) an, die übereinstimmend auf Druck aus einer bestimmten Richtung hindeuten. 3 aus der flüssigen Phase sind in Sedimentärgesteinen nicht zu erwarten, eines aus der zähflüssigen, Streckung, kann auch bei ihnen auftreten (s. sp. über Plastizität). Die restlichen 4 aus der festen Phase: Klüfte, Teilbarkeit, Gänge, Rutschstreifen, sind Erscheinungen, die auch in Sedimentärgesteinen häufig genug vorkommen um Untersuchungen auf sie aufzubauen.

Den beiden erstgenannten seien, angeregt durch eine Beobachtung am Fuß der Schwäbischen Alb, diese Zeilen gewidmet, als Beitrag zur Frage, was sich aus regelmäßiger Klüftung und Teilbarkeit eines Sedimentärgesteins auf Art und Richtung der diese Erscheinungen erzeugenden Kräfte schließen läßt. Es handelt sich also um Untersuchungen, die man als „mikrotektonisch“ bezeichnen kann. Wie für Cloos ein Granitmassiv, ja selbst ein Gang [1], nicht

[1] Cloos, Tektonik und Magma, p. 110 ff. Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt. N. F. Heft 89. Berlin 1922.

kleinste tektonische Einheit ist, sondern er innerhalb dieser Gebilde minutiöse Untersuchungen auf tektonische Merkmale anstellt, deren Kenntnis den Intrusionsmechanismus schlaglichtartig beleuchtet, so muß versucht werden, z. B. zur Klärung der Entstehungsfrage eines Bruchschollenlandes, innerhalb der Einzelschollen möglichst viele tektonische Merkmale aufzufinden und auszuwerten.

II. Theoretisches.

Cloos (2) legt überzeugend dar, daß unter der Wirkung einer gerichteten Druckkraft 4 Kluftsysteme im Granit entstehen können, von denen je 2 als gepaart (3, p. 238) zu bezeichnen sind. Das eine Systempaar sind die Mohr'schen Flächen (auch Ausweich-, Gleitflächen, Gleitschichten, oder, wenn man nur ihren Schnitt mit den Körperaußenflächen in Betracht zieht, Mohr'sche Linien oder Fließfiguren genannt), das andere sei der Kürze halber als das Cloos'sche bezeichnet. Das Cloos'sche Systempaar besteht aus einem System in und einem senkrecht zur Druckrichtung; das Mohr'sche aus Flächen, die zu den Cloos'schen diagonal liegen.

Unter Kluft wird im folgenden jede Trennungsfläche im Gestein verstanden, die tektonisch orientiert ist. Ausgeschlossen sind also Trennungsflächen, die auf reine Schrumpfung [1] zurückgehen, sowie Verwitterungsfugen, Erscheinungen, die auch hinsichtlich ihrer Richtung keine Abhängigkeit von tektonischen Kräften erkennen lassen. Aus dem Rahmen fällt damit auch ein Teil derjenigen Trennungsflächen, die auf Absacken zurückgehen. Doch ist hier die Grenze unscharf, da dieselben Vorgänge, wofern sie einer höheren Größenordnung angehören, als tektonisch zu bezeichnen sind. Bewußt ist der Verwerfungskluft keine Sonderstellung eingeräumt (vgl. 8, p. 175).

Hier beginnt schon die theoretische Schwierigkeit. Die Cloos-schen Flächen sind normalerweise Brüche im physikalischen Sinn, Klüfte im Sinn unserer Definition. Gleitflächen dagegen sind an sich keine Trennungsflächen. Aus Mohr (12) ist zu entnehmen, daß sich bei geeigneten Materialien an Gleitflächen jenseits der Elastizitätsgrenze Körperteile von endlicher Ausdehnung gegeneinander verschieben, der Zusammenhang des Körpers jedoch voll gewahrt bleibt. Weiterhin sagt Mohr p. 125: „Oft fallen die Bruchflächen zusammen mit einzelnen Gleitschichten." Wenn also die die Gleitschichten erzeugende Kraft weiterwirkt bis Bruch eintritt (der Riß fällt unter die Definition „Bruch", da auch er eine, wenn auch nur lokale, Trennungsfläche darstellt), so sind die Bruchflächen nicht streng an die Gleitschichten gebunden (vgl. 3, Fig. 93). In der Natur aber wird uns die Gleitschicht sowohl als

[1] v. Bubnoff, Die Methode der Granitmessung ... Geol. Rundschau. Bd. 13. p. 157—158. Berlin 1922.

Richtung ausgezeichneter Spaltbarkeit wie als Kluft entgegentreten können; als Kluft, weil die Materialumlagerung bezw. -zertrümmerung an den Gleitschichten der Verwitterung Angriffspunkte bietet. Andererseits findet sich (s. sp.) aber das Cloos'sche Systempaar nicht ausschließlich in Form von Klüften, sondern kann auch als Teilungsrichtung in Erscheinung treten. Man muß sich also darauf einstellen, in Klüftung wie Teilbarkeit mögliche Erscheinungsformen sowohl Cloos'scher wie Mohr'scher Flächen zu sehen.

Da dem Geologen das Gebiet der Festigkeitslehre im allgemeinen fremd ist, muß, ehe weitergegangen werden kann, ein kurzer Abriß aus diesem Gebiet eingeschaltet werden. Hier genügt ein Blick auf die 4 „einfachen Beanspruchungsarten“ (10, p. 1021): Zug, Druck, Biegung, Torsion.

In den daraufhin untersuchten Materialien kommen 3 Spannungen in Betracht: Zug-, Druck-, Schubspannung. Und zwar herrschen:

bei Beanspruchung auf Zug . . . . Zug- und Schubspannungen,
„ „ „ Druck . . . Druck- u. „
„ „ „ Biegung . . Zug- und Druckspannungen,
„ „ „ Torsion . . . „ „ Schubspannungen.

Entsprechend diesen 3 Spannungen sind auch 3 Elastizitätsgrenzen, die abhängig von der Materialbeschaffenheit sind, zu berücksichtigen: Zug-, Druck- und Torsionselastizitätsgrenze (d. h. diejenige für Schubspannungen. 10, p. 1026).

Nach Überschreiten der Zugelastizitätsgrenze tritt der Trennungsbruch ein mit zur Zugkraft senkrechter Bruchfläche. Überschreiten der Torsionselastizitätsgrenze führt, bei der gebräuchlichen Versuchsanordnung, meist zum Verschiebungsbruch, dessen Fläche in der Ebene liegt, in der die Schubspannungen wirken (beim einfachen Druckversuch z. B. diagonal zur Druckrichtung). Bei geeignetem Material geht dem Entstehen des Verschiebungsbruchs die Bildung von Gleitflächen voran. Über die Druckelastizitätsgrenze und deren eventuelles Überschreiten s. sp.

Bei zähem Material liegt die Torsionselastizitätsgrenze am tiefsten, Druck- und Zugelastizitätsgrenze, die in diesem Fall beide gleich sind, doppelt so hoch (10, p. 1027); bei sprödem Material in aufsteigender Reihenfolge: Zug-, Torsions-, Druckelastizitätsgrenze.

An einem Fall, Zugbeanspruchung, sei dies näher erläutert. Sehr zähe Stoffe lassen sich fast völlig ausziehen, d. h. es findet plastisches Fließen statt, sobald die Schubspannung einen bestimmten festen Wert erreicht hat (10, p. 1027). Bei sprödem Material dagegen tritt der Trennungsbruch ohne vorangehende merkliche Querschnittsänderung ein. Bei Materialien, die sich zwischen diesen beiden extremen Zuständen halten, z. B. Flußeisen, weicher Stahl, bilden sich Gleitflächen; ehe es aber zum Ver-

schiebungsbruch kommt, wird die Zugelastizitätsgrenze überschritten, d. h. der Trennungsbruch erfolgt (10, p. 1022), vgl. auch dasselbe Ergebnis von Hartmann beim Torsionsversuch (1, I. T., p. 719).

Bislang wurde ein auf Druckspannung zurückzuführender Bruch nicht erwähnt. Er tritt bei der gebräuchlichen Versuchsanordnung auch fast nicht in Erscheinung, denn der Bruch erfolgt, um vom Druckversuch zu sprechen, nach eventueller Bildung von Gleitschichten, als Verschiebungsbruch. Nach dem, was oben über die Lage der Elastizitätsgrenzen gesagt wurde, ist auch ein Bruch als Folge von Druckspannung nur zu erreichen, wenn die Anordnung derart getroffen wird, daß die Schubspannung sehr niedrig gehalten wird, und daher die Druckelastizitätsgrenze vor der Torsionselastizitätsgrenze überschritten werden kann.

Nun hat Föppl (4) die Versuchsanordnung getroffen, daß er beim Druckversuch zwischen Versuchskörper und Druckplatten ein Schmiermittel bringt. Damit wird die Reibung auf ein Mindestmaß reduziert. Das Ergebnis war, daß keine zur Druckrichtung diagonal liegenden Brüche (auch Gleitschichten erwähnt Föppl nicht, doch kann dies am Material liegen) entstehen, sondern es treten, anscheinend gleichzeitig (4, p. 25), Brüche in der Druckrichtung auf. Besonders erwähnenswert ist, daß Föppl bei einem Sandsteinwürfel (4, Taf. 4, 2. Reihe links), Flächen erzielt hat, die beiden Cloos'schen Systemen angehören.

Man könnte auf den Gedanken kommen, daß man es hier mit Brüchen zu tun hat, hervorgerufen durch Überschreiten der Druckelastizitätsgrenze. Doch ist der Versuch umstritten. Obgleich Föppl es bestreitet, glaubt Kármán (10, p. 1023) doch, daß durch Eindringen von Schmiermittel in die Gesteinsporen der Probekörper gesprengt wird. Immerhin ist erwähnenswert, daß Daubrée bei Kohlenkalk (3, Fig. 29) ohne Anwendung von Schmiermittel gleichfalls Brüche in der Druckrichtung erzielt hat. Allerdings kann hier das Gestein zu Spaltung nach dieser Richtung präformiert gewesen sein, ein Gesichtspunkt, der überhaupt bei allen Versuchen mit Gesteinen in Betracht zu ziehen ist.

Weber (21) ist der Anschauung, daß Analoga der Föppl'schen Versuchsbedingungen in der Natur die Regel seien (p. 280). Für diese Annahme läßt sich anführen, daß Klüftung senkrecht zur Druckrichtung, wie die Schiefer beweisen, eine häufige Erscheinung ist. Trotzdem ist gegen Weber's Auffassung Widerspruch zu erheben. Bei der gebräuchlichen (nicht Föppl'schen) Versuchsanordnung werden Gesteinswürfel mit glatten, wenn nicht geschliffenen Flächen benützt, auch die Druckplatten sind glatt. Trotzdem ist schon dann (nach Föppl's Ansicht) die Reibung so groß, daß fast immer Diagonalbrüche entstehen und es der Schmierung oder der Einschaltung von Wasserkissen (21, p. 279) bedarf, um als Regel Cloos'sche Brüche zu erhalten. Geringer

als bei der üblichen Versuchsanordnung wird die Reibung in der Natur kaum sein, so daß man theoretisch folgern muß, daß Diagonalbrüche die Regel, Cloos'sche große Ausnahmen darstellen. Und doch wird in der Literatur (vgl. 19, p. 504) der Fall, daß sich 2 Kluftsysteme finden, von denen das eine in der Streich-, das andere in der Fallrichtung der Schichten liegt, zu häufig angegeben, um als Zufallserscheinung gedeutet zu werden. Klüftung und Schiefstellung der Schichten werden vielmehr in der überwiegenden Mehrzahl dieser Fälle Äußerungen einer und derselben gerichteten Kraft sein, und, wofern diese Kraft in der Horizontalen wirkte (s. sp.' über die Lage der Kluftflächen im Raum), wird man die Fallrichtung als die Richtung in der Kraft — Gegenkraft wirkte, ansehen dürfen. Kurz gesagt, in der Natur kommen Cloos'sche Systeme gar nicht selten vor, und man hat mit ihnen zu rechnen, auch wenn ihre Entstehungsbedingungen noch umstritten sind. So wird in der Natur, um nur wenige der vielen Unterschiede gegenüber dem Experiment zu erwähnen (s. sp. und 2, p. 36 ff.), die Reibung, die im Gegensatz zum Experiment nicht nur an den Ansatzflächen der Kraft (die natürlich auch anders beschaffen sind als beim Experiment), sondern auch der Unterlage pp. vorhanden ist, eine Rolle spielen, auch die Temperatur kann von Einfluß sein. Nach liebenswürdigen Mitteilungen von Herrn Prof. Tannhäuser spielt schon bei den Experimenten die Versuchsanordnung eine Rolle, die das Ergebnis oft viel weitgehender beeinflußt, als das theoretisch vorauszusetzen war. Auch ist aus dem Verhalten eines Materials auf das eines anderen, und mag es ihm physikalisch noch so ähnlich erscheinen, nur mit Vorsicht zu schließen.

Doch zurück zu den Mohr'schen Flächen. Eine Zusammenfassung dessen, was für den Geologen über sie wissenswert ist, findet sich nach Mohr in Rinne (16, p. 174) und Cloos (2, p. 26 ff.). Danach scheint jedoch der Fall einfacher zu liegen, als er dies in Wirklichkeit tut. Bucher (1) hat sich neuerdings eingehend mit den Gleitschichten beschäftigt, einiges aus seiner Arbeit muß hier angeführt werden.

Es ist bekannt, daß der Winkel der Mohr'schen Linien (Bucher nennt sie Lüders Lines), um so spitzer ist, je spröder das Material. Unabhängig dagegen ist dieser Winkel von der Härte des Materials wie von der absoluten Größe der plastischen Deformation, die das Material jenseits der Elastizitätsgrenze zuläßt. Plastizität und Sprödigkeit sind aber keine Materialeigenschaften, sondern hängen vom Spannungszustand ab (vgl. auch 10, p. 1016). Auch von Gesteinen ist bekannt, daß sie unter hohem allseitigem Druck plastisch werden. Daraus folgt, daß der Gleitschichtenwinkel einer Substanz keine absolute Größe ist, sondern vom Spannungszustand abhängt, der in dem Augenblick herrscht, in dem die Gleitung eintritt. Als Bestätigung dafür lassen sich u. a. die beiden Experi-

mente von Rinne (16 u. 17) anführen, der bei Marmor unter allseitigem Druck bei Überwiegen einer Druckrichtung Winkel von 90, unter einseitigem dagegen von 60 Grad erzielte. Eine abweichende Ansicht von Mohr berichtigend, stellt Bucher fest, daß nur bei sprödem Material der spitze Winkel die Druckrichtung einschließt, bei plastischem dagegen der stumpfe.

Auf zwei Dinge sei noch hingewiesen: Die Hauptrichtung der Kraft muß nicht mit einer tatsächlichen Kraftrichtung übereinstimmen, sondern kann die Resultierende aus mehreren solchen sein; und für die Lage der Gleitschichten ist kein Unterschied vorhanden, ob in der Richtung geringsten Drucks die Kraft positives oder negatives Vorzeichen hat, mit anderen Worten, ob es sich um Ausweichmöglichkeit oder um Zug handelt.

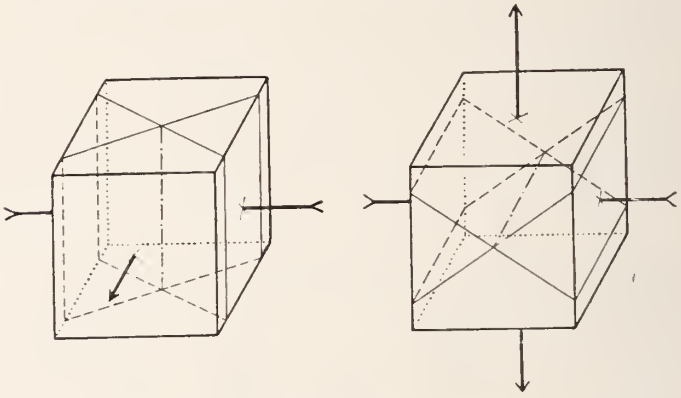


Fig. 1. Die Pfeile bedeuten die Richtungen größter und geringster Druckbeanspruchung.

Aus Fig. 1 (frei nach Bucher) geht hervor, daß aus der Lage der Gleitschichten im Raum die Druckrichtungen sich ableiten lassen. Allerdings kann nicht angegeben werden, welche Richtung die des größten, welche die des geringsten Drucks ist, da sich, wie erwähnt, die Mohr'sche Annahme, die Halbierungsebene des kleineren Gleitschichtenwinkels enthalte die Haupt-Druckrichtung, nicht als in allen Fällen zutreffend erwiesen hat.

Wurde im letzten Abschnitt die Entstehung von Gleitschichten im wesentlichen nur auf Druckbeanspruchung zurückgeführt, so darf doch nicht (s. o.) vernachlässigt werden, daß die ihr Entstehen bedingenden Schubspannungen auch bei Beanspruchungen auftreten, bei denen keine Druck-, sondern Zugspannungen wirken: Beanspruchung auf Zug und Torsion.

Reine Beanspruchung auf Zug und Torsion aber ist (ganz abgesehen davon, daß auch hier gilt, was oben über den Unterschied

zwischen Experiment und Natur gesagt wurde) nur an der Erdoberfläche denkbar, denn in tieferen Regionen treten, infolge Belastungsdrucks, Druckkräfte hinzu: die Beanspruchung wird „zusammengesetzt“. An der Erdoberfläche aber besitzen diejenigen Gesteine, die für unsere Untersuchungen in Betracht kommen, die Eigenschaften spröder Materialien, d. h. es kommt zum Trennungsbruch, ehe sich Gleitschichten bilden. In größerer Tiefe andererseits, wo diese Gesteine infolge allseitigen Drucks zähe Beschaffenheit annehmen, sind andere Momente in Betracht zu ziehen. Zugspannung bedeutet (lineare oder flächenhafte) Druckentlastung, in deren Folge das Material wieder spröder wird. Treten Gleitschichten auf, so kann man sie auf Rechnung des vorhandenen Drucks bei nun gegebener Ausweichrichtung setzen (s. o.), sie also auf Druckbeanspruchung zurückführen. Zugspannungen wird man also auch hier nur dann annehmen, wenn Trennungsbrüche auftreten.

Hier sei noch angeführt, daß Bucher (1, I. T., p. 721) nachweist, daß der so oft in der geologischen Literatur erwähnte Torsionsversuch von Daubrée mit der Spiegelglasscheibe einen ganz extremen Fall darstellt, einerseits infolge der außergewöhnlichen Sprödigkeit von Glas, andererseits infolge der Dünne der Versuchsplatte. Das Ergebnis dieses Versuchs ist also nur mit großer Vorsicht zu verwerten.

Zusammengefaßt ergibt das Vorhergehende:

Für das, was sich in der Natur als Kluft darstellt, ist eine der 4 einfachen Beanspruchungsarten verantwortlich zu machen: Druck, Zug, Biegung, Torsion; oder aber Kombinationen dieser. Auf Rechnung von Beanspruchungsarten, bei denen Druckspannungen nicht auftreten, brauchen in der Natur nur Trennungsbrüche gesetzt zu werden. Mohr'sche Flächen gehen auf Schubspannungen bei gleichzeitigem Auftreten von Druckspannungen zurück. Druckbeanspruchung scheint andererseits auch die Cloos'schen Flächen hervorzubringen, ohne daß ihre Entstehungsbedingungen völlig geklärt wären [1]. Als Klüfte entstehen unter

[1] In seiner neuesten Arbeit (Der Gebirgsbau Schlesiens. Berlin 1922) gibt Cloos die Aufwölbung der Massive als Grund für die Bildung eines Teils der Q-Klüfte an (p. 8, 60, 93). Nach seinen Untersuchungen wird man ihm in der Annahme folgen müssen, daß manche Q-Klüfte Trennungsbrüche infolge Beanspruchung auf Biegung sind. Doch erscheint hier Verallgemeinerung nicht angebracht. Schon Q-Klüfte in Aplitgängen (Cloos, Tektonik u. Magma. Fig. 32) sind mit Aufwölbung nur gezwungen zu erklären, und außerdem ist zu berücksichtigen, daß bei Sedimentärgesteinen Kluftsysteme in der anzunehmenden Druckrichtung häufig angegeben werden. Kommt bei Sedimentärgesteinen Beanspruchung auf Biegung in Frage, so sind Trennungsbrüche nur senkrecht zur Druckrichtung zu erwarten, bei kuppelförmiger Aufwölbung dagegen radialstrahlig angeordnete. Keinesfalls aber können bei der Bildung der

der Einwirkung der genannten Kräfte die Cloos'schen Flächen, Trennungs- sowie Verschiebungsbrüche. Die Mohr'schen Flächen werden angelegt nur als Spaltungsrichtungen, infolge Verwitterung können auch sie zu Klüften werden. Andererseits ist Spaltbarkeit senkrecht zur Druckrichtung eine verbreitete Erscheinung, und es wird sich wohl ergeben, daß auch bei Sedimentärgesteinen der Lage des anderen Cloos'schen Systems eine Spaltrichtung folgt[1]. (Schluß folgt.)

Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden.

Von **E. Mohr** in Hamburg.

(Schluß.)

Es ist an sich sehr wohl denkbar und auch sehr wahrscheinlich, daß die Bildung von Jahresringen, bezw. die Fähigkeit dazu, ein erblich fixiertes Merkmal geworden ist, das erhalten bleibt, wenn die Pflanze unter ganz neuen Bedingungen gezogen wird. Daß der Grad der „Erblichkeit" variabel ist, geht aber unter anderem schon aus Ursprung's Vergleichsserien von Buitenzorg und Ost-Java hervor. Holtermann sagt: „In dem Berggarten von Hacgalla, wo immerhin das ganze Jahr hindurch ein recht feuchtes Klima herrscht, wenn auch kurze trockenere Perioden eintreten, wurden verschiedene europäische Bäume gezogen." Die dort gefällten Bäume zeigten Zonenbildung wie in Europa, was Holtermann

Q-Klüfte scherende Kräfte, wie Cloos (Tektonik u. Magma, p. 5) dies annimmt, eine Rolle spielen: nicht, wenn sie als Trennungsbrüche, nicht, wenn sie in der Druckrichtung entstehen, es sei denn, daß im letzteren Fall die Druckbacken sich in sich selbst verschieben. Übrigens betont ja auch Cloos häufig genug das primäre Klaffen der Q-Klüfte. — Das Bild, das ich mir von der Entstehung der weitaus größten Anzahl der Klüfte in der Druckrichtung mache, ist folgendes: starker seitlicher tektonischer, dazu Belastungsdruck. Die Ebene, in der die beiden Druckrichtungen liegen, ergibt die Q-Fläche, auf der die Richtung geringsten Drucks, die Ausweich(Streckungs-)richtung, senkrecht steht (vgl. den „Umschlingungsversuch" von Föppl a. a. O., sowie die nächste Anmerkung).

[1] Cloos hebt (Tektonik u. Magma, p. 2 u. 5) eine früher von ihm (2, Fig. 1 u. p. 14) gemachte Annahme auf. Nach seiner neuen Ansicht sind die Lagen der Ebenen Q und K dieselben, d. h. bei Granit entspricht der Ebene der Klüfte in der Druckrichtung auch die Ebene schlechtester Teilbarkeit; mit anderen Worten: der Lage des Cloos'schen Systems in der Druckrichtung folgt eine Spaltrichtung. Daß diese bei Granit gerade die schlechteste ist, wird mit der Streckung zusammenhängen.

diesmal auf die vererbte Anlage zurückführt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß er damit Recht hat, nur vermißt man bei diesem Beispiel — namentlich in Hinsicht auf die „kurzen trockeneren Perioden" — regelrecht den bei der Diskussion tropischer Hölzer sonst nie fehlenden Hinweis auf Transpiration und Wasserführung.

Ursprung gibt in seiner Dissertation eine Zusammenstellung aller ihm damals bekannten Angaben über Ringbildung zumeist tropischer und subtropischer Hölzer. Seine Übersicht enthält 553 Beobachtungen an 473 Arten. Seine Tabellen lassen eine Abhängigkeit vom Klima insofern erkennen, als bei Anwesenheit klimatischer Gegensätze Jahresringe vorhanden sind, während sie bei gleichmäßigem Klima dasein oder fehlen können. Was den Einfluß der Kronenverhältnisse auf die Jahresringe betrifft, so gibt es:

1. Immergrüne immerblühende Bäume mit J.
2. „ „ „ ohne J.
3. „ Bäume mit bestimmter Blütezeit mit J.
4. „ „ „ „ „ ohne J.
5. Laubwerfende Tropenbäume mit J.
6. „ „ ohne J.
7. Blattlose Tropenbäume mit J.
8. „ „ ohne J.

Es sind also alle möglichen Fälle vertreten. Da aber namentlich die unter 4. und 6. vermerkten Fälle den anderen gegenüber außerordentlich zurücktreten, so können wir allgemein sagen, daß eine Periodizität der äußerlich sichtbaren Wachstumsvorgänge auch eine solche des Dickenwachstums nach sich zieht.

Erst als der vorhergehende Teil über die Dicotylen bereits abgeschlossen war, wurde mir die verdienstvolle Arbeit von Antevs (1), von ihm selbst eine Literaturzusammenstellung genannt, zugängig. Hier finden sich p. 309—318 zahlreiche Angaben über Ausbildung und Deutlichkeit resp. das Fehlen der Jahresringe bei den Nadelbäumen. In einer Übersicht sind 79 Beobachtungen an 66 Arten enthalten. Außerdem gibt er eine große Anzahl von Beobachtungen über mehrere *Araucaria*-Arten — die ich erst auf den späteren Seiten näher anführen werde — und über *Callitris, Ginkgo, Widdringtonia, Cupressus, Cedrus, Podocarpus* und kurze Zitate über noch sechs weitere Nadelhölzer.

Im ganzen zeigen die Nadelhölzer eine beträchtlich schärfere Zonenbildung als die Laubbäume. Der Dichtenunterschied zwischen dem Weit- und dem Engholz erreicht hier den höchsten Grad, und das Engholz bildet außerdem zumeist mehr oder weniger dunkle Zonen. Der Bau des Holzes ist also geeignet, die Zonen hervortreten zu lassen; zudem leben alle Nadelhölzer in relativ periodischen Klimaten und werden in den Tropen vorwiegend auf höheren Gebirgen angetroffen. Die relative Ruheperiode, die sie alle durchmachen dürften, kommt in der großen Mehrzahl der Fälle in einer

deutlichen Jahresringbildung zum Ausdruck, und bei allen in besagter Hinsicht untersuchten rezenten Arten mit Ausnahme von *Gnetum Gnemon* (im ostindischen Archipel heimisch), wovon ein Individuum aus Buitenzorg untersucht worden ist, hat man Jahresringe vorgefunden. Es liegen auch verschiedene Angaben vor über gelegentliches Fehlen oder schwache Ausbildung von Zuwachsringen.

Antevs faßt die Befunde p. 317 u. 318 zusammen: „Wo die Nadelhölzer innerhalb der Wendekreise auftreten, handelt es sich zumeist um Arten, die hoch ins Gebirge aufsteigen, und alle dürften sie unter mehr oder minder periodischen Klimaverhältnissen leben. Wir finden auch im ganzen genommen sehr deutliche Jahresringe auf der ganzen Erde. Jahresringlosigkeit oder schwache Jahresringbildung wird in allen klimatischen Zonen angetroffen, obwohl am häufigsten in den heißen. Die Schärfe kann in den Tropen vollends dieselbe Stärke erreichen wie jemals unter unseren Breiten, während sie in den kalten Zonen auf einer niedrigeren Stufe verharrt. Jede einzelne Art bildet Jahresringe von verschiedenem Gepräge unter verschiedenen klimatischen u. a. Verhältnissen aus, aber im allgemeinen sind die Variationen, wenn die Bedingungen sich relativ normal gestalten, nicht allzu groß. Die Deutlichkeit ist in sehr hohem Grade spezifisch. Dagegen sehen wir, wie beispielsweise bei *Pinus silvestris* und *Juniperus communis β nana* die Jahresringe, die normal sehr scharf sind, unter sehr ungünstigen Bedingungen ganz verwischt werden. Bei gewissen Arten spielt das Klima nur eine sehr untergeordnete Rolle für die Zonenbildung, indem scharf markierte Ringe überhaupt unter keinen Umständen abgesetzt werden. Ich erinnere hier speziell an die verschiedenen *Araucaria*-Arten und *Callitris quadrivalvis*. Die denkbare Möglichkeit, daß dies zum Teil darauf beruhen könnte, daß die Bäume, in einem mehr gemäßigten Klima angepflanzt, nicht unmittelbar scharfe Zuwachszonen absetzen können aus einer rein inneren Trägheit, sondern eine Anzahl Generationen erfordern, damit sie sich akklimatisieren können, dürfte aus dem Grunde außer Betracht bleiben können, weil das Klima innerhalb der natürlichen Verbreitungsgebiete der betreffenden Arten wenigstens eine gewisse Periodizität besitzt.

Alles in allem: Für die Deutlichkeit der Jahresringe bei den Nadelbäumen ist der spezifische Charakter in erster Linie bestimmend. Erst an zweiter Stelle kommen klimatische und andere äußere Faktoren. Von einer gewissen, relativ schwachen Klimaperiodizität wird die Schärfe der Jahresringe nur unbedeutend und bis zu einem gewissen Grade mit einer fühlbareren Ausprägung der genannten Periodizität gesteigert".

Es ist also über Vorkommen und Fehlen von Zuwachsringen und Zonen bei Gymnospermen im Prinzip das gleiche zu sagen, wie auch über die Dicotylen.

Wenn man alle mehr oder weniger mißlungenen Erklärungsversuche für die Bildung der Zuwachszonen überhaupt und in den Tropen insbesondere in Betracht zieht, so kann man in Anbetracht der Überfülle von Möglichkeiten eigentlich nur mit Ursprung sagen — den Beweisführungen von Holtermann vermag ich mich nicht anzuschließen —: Aus den bis jetzt bekannten Tatsachen geht hervor, daß in Gegenden mit stark ausgeprägten klimatischen Gegensätzen die Tätigkeit des Cambiums sich ebenso gut wie die übrigen Lebenserscheinungen der äußeren Periodizität anpassen muß. In einem gleichmäßigen Klima, das zu jeder Zeit ein Wachstum ermöglicht, liegen die Verhältnisse naturgemäß anders. Aber auch in diesen Tropengegenden weisen die Lebensvorgänge eine rhythmische Abwechslung zwischen Ruhe und Bewegung auf, da die Periodizität eben durch innere Ursachen bedingt ist und sich erst nachträglich den äußeren Verhältnissen angepaßt hat. Allerdings brauchen in den Tropen die periodischen Bewegungen in den einzelnen Gliedern desselben Baumes der Zeit nach nicht zusammenzufallen, sondern können mehr oder weniger gegeneinander verschoben sein. Nichtsdestoweniger ist hier ebenso gut eine periodische Abwechslung zwischen Ruhe und Bewegung vorhanden, wenn sie nach außen auch nicht so deutlich hervortritt wie in unseren Gegenden. Da nun bei den äußerlich nicht sichtbaren Wachstumsvorgängen eine solche Periodizität ganz allgemein vorkommt, so darf man wohl mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß auch beim Dickenwachstum eine Rhythmik ebenso gut sich finden wird wie bei uns.

Es sind ja auch nicht die Pflanzen allein, die wie bei uns auch in den Tropen einjährig periodisch sind. Den Tieren geht es gerade so, wie die von mir (7) angeführten Beispiele, die sich beliebig vermehren lassen, sattsam zeigen. Für manche Pflanze wäre es übrigens eine Beschränkung der Lebensmöglichkeit, wenn sie sich nicht durch Rhythmik ihrer Lebenserscheinungen mit der der zu ihrer Befruchtung nötigen Insekten in annähernder zeitlicher Übereinstimmung befinden würde. Und es wird auch dieser Faktor neben Temperatur- und Feuchtigkeitsfragen beachtet werden müssen, wenn wir sehen, daß in ein anderes Klima verbrachte Bäume durch zeitliche Verschiebung der Periode die Rhythmik der Lebensvorgänge mit der des Klimas zur Koinzidenz gebracht haben.

Als Quintessenz lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Die Anwesenheit von Zuwachszonen an Hölzern braucht nicht auf klimatischer Differenzierung zu beruhen.
2. Die Abwesenheit von Zuwachszonen der Hölzer spricht nicht ohne weiteres für dauernd feuchtwarmes Tropenklima.
3. Die Gymnospermen verhalten sich in bezug auf die Ausbildung von Zuwachszonen nicht anders als die Dicotylen.

Wenn aus Befunden an fossilen Hölzern, aus dem Fehlen oder Vorhandensein von Zuwachszonen etwas geschlossen werden soll,

ist es wohl selbstverständlich, daß die vorstehend erörterten Verhältnisse an rezenten tropischen Hölzern in erster Linie diesen Betrachtungen zugrunde gelegt werden müssen. Das scheint aber zum guten Teil versäumt worden zu sein.

Besonders durch mehrere Arbeiten von Gothan ist in den letzten 20 Jahren das Interesse der Geologen auf die Frage der Jahresringbildung und deren Verwendbarkeit als klimatischer Indikator gelenkt worden. Gothan ist fast der einzige, der sich über diese Dinge geäußert hat, und er galt auch lange Zeit als maßgeblich. Aber in neuerer Zeit mehren sich die Stimmen, die sich gegen die von ihm verfochtenen Theorien und gegen die Art seiner Beweisführung wenden.

Gothan (3) formuliert seine Ansicht in der vorliegenden Frage (1908, p. 220 u. 221) folgendermaßen: „Den wichtigsten Faktor aber für den Nachweis der Gleichmäßigkeit des Klimas bildet die Jahresringlosigkeit, besser gesagt, das Fehlen periodischer Zuwachszonen bei all den Gewächsen, die sekundäres Dickenwachstum besaßen, wie Cordaiten, Sigillarien, Lepidodendren, Calamiten u. a. Nur ganz ausnahmsweise tritt einmal etwas äußerlich wie Zuwachszonen Aussehendes auf, wie in dem bei *Lyginopteris oldhamia* (Binn.) Pot. von O. Hörich beobachteten Falle. Die Abnormität dieser Erscheinung im Paläozoicum gibt uns vollständig das Recht, wie das von Hörich geschehen ist, diese scheinbare Jahresringbildung auf Wachstumsstörungen zurückzuführen, über deren Ursache man natürlich nur vermutungsweise sich äußern kann. Jedenfalls kann man — zumal diese ‚Pseudojahresringe' niemals periodisch auftreten — solche Fälle als Ausnahmen betrachten, die die Regel bestätigen. Regelmäßige Zuwachszonen habe ich bisher bei keinem paläozoischen Holzkörper gesehen."

Hierzu ist zunächst zu bemerken, daß Antevs (p. 360—363) eine große Anzahl fossiler Funde bespricht und mit Bezug auf die von Gothan 1908 abgeurteilten Arbeiten[1] meint: „Sich hinsichtlich der älteren Angaben über das Vorhandensein von Jahresringen in paläozoischen Hölzern, deren Richtigkeit Gothan bezweifelt, zu äußern, ist natürlich äußerst mißlich. Dies gilt noch mehr von Schuster's Angaben. Merkwürdig wäre wohl indessen, wenn alle Forscher, von welchen mehrere erprobte Holzanatomen waren, sich geirrt haben sollten."

Antevs wirft Gothan vor, bei der Diskussion über die Jahresringfrage im Mesozoicum zu wenig Gewicht gelegt zu haben auf die vorhandenen Angaben von schwacher oder fehlender Jahrringbildung aus dieser Zeit in unseren Breiten. Antevs trägt einige

[1] p. 222 f.: „Von einsichtigen Autoren ist mehrfach auf das Fehlen der Jahresringe im Paläozoicum hingewiesen worden. So von Solms und Potonié; es führt dagegen zu Irrtümern, wenn man die Literaturangaben so benutzt wie Seward."

davon nach (p. 362 u. 363) und zeigt damit „teils daß Jahresringe nicht ganz fehlten auf der nördlichen Hemisphäre während des Paläozoicums, teils daß solche sogar auf recht hohen Breiten nicht selten schwach oder gar nicht zu unterscheiden waren in mesozoischer Zeit."

Wenn schon die so korrigierte Darstellung paläontologischer Tatsachen ein etwas anderes Bild bietet, als es von Gothan gegeben wird — auch 1921 äußert er sich im wesentlichen im gleichen Sinne, trotzdem er bereits 1911 bei der Diskussion permocarbonischer Hölzer von Neusüdwales schreibt: „Dieser Fund beweist gleichzeitig am besten, daß auch die paläozoischen Bäume ebensogut Zuwachszonen bilden konnten wie die heutigen" — haben die Erörterungen der Lebenserscheinungen rezenter Pflanzen dargetan, daß er seine Theorien auf unhaltbaren Voraussetzungen aufbaut. Das scheint zum Teil an der Unbekanntheit mit der einschlägigen Literatur bezw. Benutzung der weniger wertvollen, zu einem andern Teil an etwas eigentümlicher Benutzung der ihm bekannten Arbeiten zu liegen.

Während er 1911 zugibt, „daß das Wachstum fossiler und rezenter Coniferen, soweit wir diese kennen, und auch das der Dicotylen, nach demselben Prinzip und Plan erfolgt, nur in Einzelheiten bestehen da Unterschiede, die stärkere Differenzierung und Arbeitsteilung im dicotylen Holzkörper usw.", will er 1921 wieder nichts mehr von den Dicotylen wissen und spricht ausschließlich den Gymnospermen generellen Wert für die in Betracht kommenden Fragen zu. Er verweist dabei auf seine Ausführungen von 1908. Dort versucht er an Hand der Arbeit von Holtermann (6) die Unbrauchbarkeit der Dicotylen für seine Zwecke zu begründen und referiert p. 237 über Holtermann's Ansicht über den Zusammenhang von Transpiration, Laubfall und Zuwachszonen folgendermaßen: „Aber auch dann bilden keineswegs alle Holzgewächse Zuwachszonen, sondern nur die blätterwerfenden, unter denen übrigens einige besonders schnell wachsende ebenfalls keine solchen Zonen bilden." Diese Feststellung findet sich bei Holtermann jedoch keineswegs, es ist vielmehr an mindestens drei Stellen das Gegenteil ausgesprochen. Schon im Inhaltsverzeichnis auf p. 3 steht: „Schnellwachsende laubwerfende Bäume haben durchgehends die deutlichsten Zuwachszonen" und p. 192 findet sich die gleiche Feststellung zweimal in ganz ähnlicher Form.

Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Gothan abermals, in welch willkürlicher Weise er sich jeweils über die Errungenschaften der Botanik hinwegsetzt. Er sagt (p. 239 f.): „Während also unter tropischen Verhältnissen, d. h. bei einer perpetuierlichen Temperatur, die an und für sich ein ununterbrochenes Wachstum des Holzkörpers gestatten würde, laubwechselnde und damit meist Zuwachszonen bildende Bäume und

immergrüne, also zuwachszonenlose, mit allen Übergängen zwischen beiden Extremen nebeneinander vorkommen, werfen bei uns alle dicotylen Bäume ihr Laub und bilden Zuwachszonen, und dies letztere tun bei uns auch diejenigen kleinen Holzgewächse (Ericaceen u. a.), die ihr Laub behalten; es bilden also bei uns auch solche Gewächse Zuwachszonen, deren Analoga in den Tropen dies nicht tun."

Hieraus folgert er, daß wenn nicht laubwerfende Holzgewächse Zuwachszonen bilden, das auf Wachstumssistierung allein durch Kälte beruhen muß. „Dies sehen wir ja auch heute noch an den Gymnospermen, die in wärmeren Gegenden wachsen. Ich nenne hier besonders die Araucarien in Südbrasilien, die unter xerophilen Bedingungen wachsen, und deren Jahresringbildung so schwach ist, daß der Botaniker Schacht das Fehlen von Zuwachszonen als charakteristisch für das Stammholz von *Araucaria brasiliensis* ansah. Auch bei *Dacrydium*-Arten, *Podocarpus*-Arten, die unter geeigneten Bedingungen wachsen, findet man die gleichen Verhältnisse, wie das nach den Darlegungen Holtermann's, der leider keine Gymnospermen untersucht hat, nicht anders zu erwarten ist."

Ob Holterlann von diesem Schluß auf Grund überhaupt nicht vorgenommener Untersuchungen so überaus erbaut sein wird, ist eine Sache für sich. Was Schacht anbetrifft, so ist das ein Botaniker, der sich in Fachkreisen durchaus nicht eines unbestrittenen Rufes als unbedingt zuverlässiger Beobachter erfreut. Auf jeden Fall stimmen seine Angaben oft mit denen anderer Beobachter durchaus nicht überein, ganz abgesehen davon, daß er sich selbst mehrfach widerspricht. So ist er der einzige Beobachter, der z. B. beim Kakao- (9) und beim Kaffeebaum (10), desgleichen bei *Buxus sempervirens* (9), bei *Araucaria* (10) und den Ericaceen *Erica arborea* und *Vaccinium padifolium* (9) keine Zuwachsringe gefunden hat. Ursprung's (12) und Antevs' Tabellen zeigen das zur Genüge, von *Araucaria* am besten die Zusammenstellung von Antevs p. 362.

Wenn Gothan (1921, p. 774) von Antevs behauptet: „Die Gründe, die er für seine Ansicht der Wertlosigkeit der Zuwachszonenbildung anführt, sind nicht befriedigend, mit seinem Verdammungsurteil schüttet er, wie das oft geht, das Kind mit dem Bade aus. Auf die Verhältnisse bei den dicotylen Hölzern, wie ich ebenfalls 1908 schon erwähnt habe, kommt es in der Frage wenig oder gar nicht an", so möchte ich dazu bemerken, daß eben 1908 zur Begründung der Gothan'schen Theorien die unzuverlässigen Arbeiten von Schacht und die irrtümlichen Angaben nach Holtermann gedient zu haben scheinen.

Holtermann gibt eine umfangreiche Zusammenstellung von Literatur am Schluß seines Buches, aus der Gothan ohne Mühe sich über die einschlägige Literatur hätte orientieren können. Und vollends Antevs gibt eine außerordentlich wertvolle und umfangreiche Literaturübersicht, ganz abgesehen davon, daß im Text eine

große Zahl von eigenen Untersuchungen Antevs' sein „Verdammungsurteil" zur Genüge begründen helfen.

So zeigt dann doch das Studium von Arbeiten „einsichtiger Autoren" — um mit Gothan zu reden —, daß man sehr wohl zu den von Antevs gezogenen Schlüssen kommen kann, und daß es „dagegen zu Irrtümern führt", wenn man die botanische Spezialliteratur nach 1859 (Schacht!) — abgesehen von Holtermann — beiseite läßt.

Es ist noch sehr die Frage, ob der von Gothan 1908, p. 232—233 mitgeteilte Bericht über Untersuchung von Holzresten aus dem Jura von Mombassa im Sinne einer einwandfreien Materialbenutzung, bezw. vorsichtigen Schlußfolgerung anerkannt zu werden braucht. „Das völlige Fehlen auch nur einer Spur eines ‚Jahrrings' zeigt nun zur Evidenz, daß in den Tropen im Jura eine Periodisierung des Klimas, wie sie bereits in unseren Breiten fühlbar, im hohen Norden noch fühlbarer war, nicht vorhanden war. Wiewohl mir nur 2 Stücke von dort vorgelegen haben, wage ich, und das sicher mit Recht, wegen des absoluten Zuwachszonenmangels diesen Fund zu verallgemeiern; sicher werden die anderen dortigen, wie mir Herr Prof. Fraas mitteilte, sehr zahlreichen Holzreste dieselbe Erscheinung zeigen."

Diese Schlußfolgerung erinnert an diejenige aus den nicht stattgefundenen Holtermann'schen Gymnospermen-Untersuchungen, und sie haben in diesem Falle schwerlich mehr Wert als den eines negativen Experiments. Vollends wo „sehr zahlreiche Holzreste" vorliegen, ist es ein recht billiger Schluß, ohne weitere Untersuchung als von zwei Stücken den negativen Befund zu verallgemeinern, denn die Mitteilung von Fraas bezieht sich dem grammatischen Satzbau nach auf den Umfang des Materials, nicht auf das Fehlen von Zuwachszonen.

Selbstverständlich beabsichtigen meine Ausführungen nicht, irgend etwas über klimatische Tatsachen früherer Zeiten zu sagen, insbesondere nicht, eine Klimadifferenzierung im Jura zu bestreiten. Es dürfte schon nach der Fragestellung klar geworden sein, daß mir nur daran lag, auf Grund der Befunde an rezentem Material, die unbedingt als Grundlage für die Theorien der Geologen dienen müssen, die Unbrauchbarkeit der Zuwachszonenbildung als klimatischen Indikator darzustellen, wie denn auch als Geologe Semper (11), der sich in dieser Frage sehr skeptisch verhält, sagt: „Die Ringlosigkeit erscheint mir als ein generisch-phyletisches, nicht als ein klimatisch charakteristisches Merkmal der älteren Hölzer."

Literatur.

1. Antevs, E.: Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator. Progressus rei botanicae. Bd. V. p. 285—386. 1 Fig. 1917.
2. Cheeseman, T. F.: The Age and Growth of the Kauri (*Agathis australis*). Transact. New Zealand Instit. XLVI. p. 9—19. 1914.

3. Gothan, W.: Die Frage der Klimadifferenzierung im Jura und in der Kreideformation im Lichte paläobotanischer Tatsachen. Jahrbuch Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. XXIX. Teil II. 1908. p. 220—242. Pl. 16—19. Erschienen 1909.
4. — Die Jahresringlosigkeit der paläozoischen Bäume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Beurteilung des Klimas dieser Perioden. Naturwissensch. Wochenschrift. N. F. X. p. 442—446. 3 Fig. 1911.
5. — (Potonié, H. — Gothan, W.): Lehrb. d. Paläobotanik. 2. Aufl. 1921.
6. Holtermann, C.: Der Einfluß des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe. Leipzig 1907. 8°.
7. Mohr, E.: Altersbestimmungen bei tropischen Fischen. Zoolog. Anzeiger. Bd. LIII. p. 87—95. 2 Fig. 1921.
8. Reiche, K.: Zur Kenntnis der Lebenstätigkeit einiger chilenischer Holzgewächse. Jahrb. f. wissensch. Botanik. XXX. p. 81—115. 1897.
9. Schacht, H.: Anatomie und Physiologie. Bd. II. Berlin 1859.
10. — Madeira und Tenerife. Berlin 1859.
11. Semper, M.: Paläoklimatologie. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 7. Bd. Jena 1912.
12. Ursprung, A.: Beiträge zur Anatomie und Jahresringbildung tropischer Holzarten. Inaug.-Diss. Basel 1900.
13. — Zur Periodizität des Dickenwachstums in den Tropen. Botanische Zeitung. 1904. p. 189—210.
14. Volkens, G.: Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin 1912.

Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas.

Von **Ewald Wüst** in Kiel.

Mit 5 Textfiguren.

(Schluß.)

II. Zur postfötalen Entwicklung der Nase diluvialer Nashörner.

Der erste, der die Zugehörigkeit eines nasenscheidewandlosen Nashornschädels zu *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb. erkannte, war nicht, wie ich 1911 (Palaeontogr., 58. Bd., p. 134) annahm, gegen Ende der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts Karl Freiherr v. Fritsch, sondern bereits eine Reihe von Jahren früher Hans Pohlig. Im Jahre 1918 fiel mir im Museum des Naturforschervereins zu Riga ein fraglos zu der genannten Art gehörender Schädel ohne Nasenscheidewand auf. Der Direktor des Museums, Herr K. R. Kupffer, wies mich alsbald freundlichst darauf hin, daß dieses Stück von G. Schweder im Korrespondenzblatte des genannten Vereines, Bd. 36, 1893, p. 25—26 behandelt ist. Schweder erklärte hier den aus Murom an der Oka stammenden Schädel wegen des Fehlens der Nasenscheidewand für *Rhinoceros leptorhinus* Cuv., führte aber an, daß Pohlig, dem er eine Photographie zugesandt hatte, denselben „für den Schädel eines jungen *Rhino-*

ceros tichorhinus" erklärt hatte. Aber schon weit früher hatte die Nashornleiche vom Wilui im Lena-Gebiete die Feststellung gestattet, daß die Nasenscheidewand beim jugendlichen *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb. noch nicht mit den Nachbarknochen verwachsen ist, denn schon 1773 sagt Pallas (Novi commentarii academiae scientiarum imp. Petropolitanae, Tom. XVII, p. 590) bei der Behandlung dieser Leiche: „os scutiforme, quod cornu nasalis firmamentum praestat, cum subjecto fulcro osseo crassissimo vomeri comparando nondum coaluit, sed harmonia tuberculosa totius plani, ut epiphyses ossium juniorum solent, inarticulatur."

Soviel ich sehe, sind bisher 10 Schädel ohne festgewachsene Nasenscheidewand von *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb. bekannt geworden, die bis auf den von mir (Palaeontogr., 58. Bd., 1911, p. 133 ff.) beschriebenen Schädel von Taucha und den erst später von H. Matsumoto (Science Reports of the Tohôku Imp. Univ., Sendai, Japan, 2. Series, Vol. 3, No. 2, 1918, p. 92—93, Pl. 31, Fig. 1—2) veröffentlichten aus Transbaikalien, der gerade dem Tauchaer sehr ähnlich ist, bei Hoyer, Zeitschr. f. Morph. u. Anthr., Bd. 19, 1916, p. 472 ff. zusammengestellt und erörtert sind. Ich kann dazu noch zwei unveröffentlichte fügen. 1919 sah ich im Naturw. Museum der Stadt Magdeburg einen prächtigen Schädel mit noch unvollendetem Zahnwechsel, dessen Herkunft (aus Böhmen oder Mähren) nicht genau bekannt ist. Schon 1912 untersuchte ich ein Schädelbruchstück, das 1911 bei Berka an der Ilm[32] gefunden und in die Sammlung des Baurats Rebling[33] in Weimar gelangt war. Der Schädel ist sehr zerbrochen, verdient aber deshalb besondere Beachtung[34], weil er für die Beurteilung des Zeitpunktes der Verwachsung der Nasenscheidewand mit den Nasenbeinen neue Anhaltspunkte liefert. Die III. Molaren des Schädels, auf der Außenseite bei 60 mm maximaler Länge bis 64 mm hoch, sind noch nicht angekaut[35], hatten aber zweifellos das Zahnfleisch bereits durchbrochen. Damit ist, soweit nach dem Entwicklungszustande des Gebisses ein Urteil möglich ist, dieser Schädel der älteste ohne festgewachsene Nasenscheidewand. Bedenkt man, daß

[32] Ostseite des Schloßberges nördlich von Berka im Ilmkiese 10—15 m über der Ilmaue zusammen mit Resten von *Equus* sp., *Rangifer* sp. und einem Bovinen.

[33] Seit dem Tode des Besitzers im Städtischen Museum in Weimar.

[34] Auch der Erhaltungszustand des Schädels ist bemerkenswert. Die Knochen und besonders die Zähne zeigen mehrfach nicht unbeträchtliche Abrollungsspuren, während andererseits selbst zarte Teile der Nasalia gut erhalten sind. Ich vermag eine Erklärung dafür nur in der Annahme zu finden, daß der Schädel nach Abfaulen des nicht mitgefundenen Unterkiefers teilweise noch mit Fleisch bedeckt im Geröll der Ilm gerollt wurde.

[35] Jedoch sind stellenweise Abrollungsspuren bemerkbar.

Schädel mit festverwachsener Nasenscheidewand wie der von Giebel[36] beschriebene Quedlinburger im Geol. Institute in Halle und ein sibirischer im Geol. Institute in Hamburg erst sehr schwach angekaute M. III besitzen (am Hallischen maß ich die größte Höhe der Zahnkrone am Außenrande zu 43 mm), so ist anzunehmen, daß das Septum nasale in den ersten Stadien der Ankauung des M. III festwächst. Auffallenderweise erscheint der Berkaer Schädel merklich jugendlicher als der Tauchaer, was indessen vielleicht auf Geschlechtsunterschiede zurückgeführt werden kann. Die Hornstühle sind schwächer aufgetrieben und glatter; die Parietalleisten sind schwächer ausgeprägt, die Nasalia erinnern mehr an diejenigen des sehr jugendlichen Schädels von Starunia, z. B. in der schwächeren Abwärtskrümmung der distalen Enden und in der schwächeren Einschnürung im proximalen Teile; schließlich bleibt die Naht zwischen Frontale und Nasale einerseits und Lacrimale andererseits weiter medialwärts offen. Ob der Zeitpunkt der Festwachsung der Nasenscheidewand konstant ist, oder, wie Hoyer meint, erheblichen Schwankungen unterliegt, müssen Erhebungen an weiterem Materiale aufklären. Wenn ich mir aus Hoyer's Beschreibung eine zutreffende Vorstellung von dem Schädel von Bialocerkiew, Gouv. Kiew, in der Sammlung des Grafen Branicki in Warschau mache, verhält sich dieser anders, als die mir durch Abbildungen oder Augenschein bekannten, indem er, obgleich seine M. III erst „im Durchbruche" sind, eine zwar noch durch einen Spalt von den Nasenbeinen getrennte, aber doch bereits unbewegliche knöcherne Nasenscheidewand besitzt.

Nachdem das späte Verwachsen der knöchernen Nasenscheidewand mit den Nasenbeinen bei *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb. festgestellt war, konnte man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß dasselbe sich auch bei den anderen Nashörnern mit knöcherner, an den Nasenbeinen festgewachsener Nasenscheidewand werde feststellen lassen. Tatsächliche Belege dafür sind indessen noch äußerst spärlich. 1903 bezog H. Schroeder (a. a. O., p. 23 ff., T. 13, Fig. 4) in den Mosbacher Sanden gefundene Nasalia ohne angewachsenes Septum, wenn auch nicht ganz ohne Vorbehalte, auf *Dicerorhinus etruscus* Falc. und 1912 beschrieb Wurm (a. a. O., p. 12, T. 1, Fig. 2) Nasalia ohne angewachsenes Septum von der gleichen Art aus den Sanden von Mauer. Ich kann nun auch für *Dicerorhinus Merckii* Jäg. einen Befund mitteilen. Auf das zu erwähnende Stück machte mich im Jahre 1912 im Städt. Museum in Weimar dessen Konservator Herr Möller freundlichst aufmerksam und gleich damals schrieb ich eine ausführliche Beschreibung nieder

[36] Chr. G. Giebel, Beschreibung und Abbildung zweier in den Gipsbrüchen des Seveckenberges bei Quedlinburg ausgegrabenen kolossalen *Rhinoceros*-Schädel. Merseburg 1846. Der zweite hier erwähnte Schädel gelangte nach Berlin.

und ließ ein paar Photographien dazu herstellen. Es handelt sich um zwei zusammengehörige, mehr oder weniger verletzte Nasalia von Taubach, die aus einer von Sanitätsrat Dr. Loth in Erfurt geschenkten Sammlung stammen und die Bezeichnung „3256. Lo." tragen. Nach Erhaltungszustand und anhaftendem Gesteinsmateriale stammen die Stücke aus der bekannten Kulturschicht nahe der Basis der Taubacher Travertine, die so reiche Reste großenteils jugendlicher Stücke des *Diccrorhinus Mcrckii*, aber nie etwas von anderen Nashornarten geliefert hat. Die Knochen stimmen in Größe und Form bis auf einige Jugendcharaktere, nämlich unverwachsene Naht zwischen den beiden Nasalia, weniger knorrige Oberflächengestaltung des nasalen Hornstuhles und völlig glatte Oberfläche der proximalen Teile der Oberseite der Nasalia, und eine nur auf dem rechten Nasenbein vorhandene rundliche, ziemlich flache, knorrige, mehr oder weniger pathologische Exostose von 3,5 cm Durchmesser sehr vollkommen mit den Nasenbeinen des von mir[37] beschriebenen Taubacher Schädels zu Leipzig[38] überein. Insbesondere ist bemerkenswert, daß beide Taubacher Nasen ungefähr in der Mitte des Hornstuhles einen starken, etwa 5,5 cm langen und etwa 6 cm breiten stumpfen Knorren aufweisen, von dem an die distalen Enden der Nasalia mit scharfem Knick steil nach unten abbiegen. Die Unterseite der Nasalia gewährt das von denselben Teilen jugendlicher *Tichorhinus*-Schädel bekannte Bild. Bis 22 cm proximalwärts von der Nasenspitze ist die mediale Gegend der Unterseite der Nasalia so wohlerhalten, daß mit Sicherheit festzustellen ist, daß hier keine knöcherne Nasenscheidewand angewachsen war. Aus dem Mitgeteilten geht hervor, daß bei *Dicerorhinus Mcrckii* — ganz ebenso wie bei *Tichorhinus antiquitatis* — die Verwachsung der Nasenscheidewand mit den Nasenbeinen — wenigstens in den vorderen 22 cm der Nase — erst eintrat, nachdem das Tier im wesentlichen seine volle Größe erreicht hatte.

III. Zur Verbreitung des *Dicerorhinus hemitoechus* Falc. in Deutschland.

Diccrorhinus hemitoechus Falc. ist in Deutschland lange nicht von *D. Mcrckii* Jäg. geschieden worden. Aber die Gebißreste des *D. hemitoechus* sind bei uns nicht nur mit denen des *D. Mcrckii*, sondern auch mit denen des *Tichorhinus antiquitatis* verwechselt worden. Mit ersterem haben sie die Grundzüge des Bauplanes gemein; an letzten erinnern sie durch die ausgeprägtere Hochkronigkeit, den rauher skulpturierten Schmelz und die stärkere Abplattung des vorderen Halbmondes der Unterkieferbackzähne. Wo Autoren, die einigermaßen Kenner unserer diluvialen Nashörner sind, schwanken,

[37] Palaeontographica, 58. Bd., 1911, p. 133 ff.

[38] Jetzt im Geologisch-Paläontologischen Institute.

ob *D. Merckii* oder *T. antiquitatis* vorliegt, da handelt es sich nach meinen Erfahrungen fast stets um *D. hemitoechus*. Diese ganze Sachlage, die m. E. darauf beruht, daß *D. hemitoechus* und *T. antiquitatis*, zwei Tiere ganz verschiedenen Ursprungs, als Tundren- und Steppentiere Konvergenzerscheinungen zeigen, hat einen so ausgezeichneten Kenner unserer diluvialen Säugetiere wie W. Freudenberg derartig zur Verzweiflung gebracht, daß er ernsthaft die Möglichkeit erörtert, daß *D. hemitoechus* eine Übergangsform oder ein Bastard zwischen *D. Merckii* und *T. antiquitatis* sei, und hinzufügt: „Wenn wirklich solche Kreuzungen häufiger vorkommen, so ist die Paläontologie eine hoffnungslose Wissenschaft[39a].

Es schien lange so, als sei im Diluvium Englands *D. hemitoechus* häufig und *D. Merckii* nicht vorhanden, während in Deutschland das umgekehrte Verhältnis bestehe. Daß in England auch *D. Merckii* vorkommt, aber fälschlich als der nur im Pliocän vorkommende *D. megarhinus* de Christ. bestimmt wurde, hat H. Schroeder[40] nachgewiesen. Der erste, der *D. hemitoechus* in Deutschland — in einem Zahne des Straßburger Geognostisch-paläontologischen Institutes aus dem Travertin am Sulzerrain bei Cannstatt — erkannte, scheine ich (1898) gewesen zu sein[41]. Freudenberg bestätigte auf Grund eines bis dahin für *Tichorhinus antiquitatis* gehaltenen Schädels des Naturalienkabinetts zu Stuttgart das Vorkommen von *Dicerorhinus hemitoechus* in den Travertinen von Cannstatt[42] und stellte zu der gleichen Art Reste aus den Kiesen von Steinheim an der Murr[42] und den von Pohlig[43] als *D. Merckii* beschriebenen Zahn von Rixdorf[44] und beschrieb außerdem einen *D. „etruscus* aff. *hemitoechus"* von Bammenthal bei Mauer[45]. Literatur und selbst untersuchtes Material lehrten mich, daß im Diluvium in Deutschland, genau wie in England, *D. hemitoechus* als ein Tier wesentlich der Tundren und Steppen weit verbreiteter ist als *D. Merckii*, der sich ganz auf die nur von wenigen Orten bekannten typischen *Antiquus*-Faunen beschränkt. Um die Aufmerksamkeit auf dieses bisher bei uns zumeist verkannte Nashorn zu lenken, stelle ich das gesichertere Material, das ich bisher über seine Verbreitung in Deutschland sammeln konnte, kurz zusammen[46].

[39] Geol. u. Pal. Abh., N. F., Bd. 12, H. 4/5, 1914, p. 9.
[40] A. a. O., p. 92—97.
[41] Mitgeteilt bei Freudenberg, a. a. O., p. 9.
[42] A. a. O., p. 9 ff.
[43] Z. d. D. G. G., Bd. 39, 1887, p. 801 ff.
[44] A. a. O., p. 15.
[45] A. a. O., p. 114.
[46] Wahrscheinlich lassen sich auch von *D. hemitoechus* verschiedene Mutationen unterscheiden, was aber nur durch eine infolge der Verstreuung des einschlägigen Materiales sehr erschwerte monographische Bearbeitung restlos klargestellt werden könnte.

Maßgebend für meine Bestimmungen waren mir die von Schroeder[47] gesichteten und zusammengestellten Gebißunterschiede zwischen *D. hemitoechus* und *D. Merckii*, vor allem der Bau der Außenwand der oberen Backzähne.

Ich gebe zunächst, nach Fundorten geordnet, eine Zusammenstellung von sicher zu *D. hemitoechus* gehörenden Stücken, die ich in den letzten Jahren untersuchen oder wieder untersuchen konnte.

1. Kies von Süßenborn bei Weimar. Linker Oberkiefer-Prämolar, beschrieben und abgebildet bei Wüst, Pliocän und ältestes Pleistocän Thüringens (Abh. Naturf. Ges. Halle, Bd. 23, 1901, p. 280, T. 4, Fig. 8). Schon Toula (Abh. k. k. geol. Reichsanst., Bd. 20, Heft 2, 1906, p. 26) hat auf die große Ähnlichkeit dieses Stückes mit *D. hemitoechus*, speziell von Minchin Hole (Falconer, Pal. Mem., Vol. II, Pl. 16, Fig. 1) mit Recht hingewiesen.

2. Kies von Vieselbach bei Weimar. Vgl. Wüst, dies. Centralbl. 1908, p. 201, und Michael, Jahresber. d. Großh. Realgymn. zu Weimar, 1908, p. 15—16. Unter den von Vieselbach stammenden Nashornzähnen der Rebling'schen Sammlung (jetzt im Städt. Mus. Weimar) findet sich nicht nur, wie a. a. O. bereits erwähnt ist, *D. Merckii*, sondern auch *D. hemitoechus*. Zu letzterer Art gehört sicher der P. mand. Nr. 4491.

3. Travertin von Bilzingsleben bei Kindelbrück. 3 Oberkieferbackzähne des Geol. Inst. Halle, deren Zugehörigkeit zu *D. Merckii* schon Pohlig (Verh. Nat. Ver. Preuß. Rheinl., Jahrg. 43, 1886, p. 18 u. 19 der Sitz.-Ber. Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilk.) und Wüst (Plioc. u. ältest. Pleistoc. Thür., 1901, p. 274—275) zweifelhaft war. Daneben liegen im Geol. Inst. Halle zu *D. Merckii* gehörige Zähne von Bilzingsleben; vgl. Wüst, a. a. O. p. 336.

4. Travertin von Schwanebeck bei Halberstadt. Die von Wüst, Z. d. D. G. G., 1902, Briefe p. 19—20 aus dem Magdeburger Museum erwähnten und auf *D. Merckii* bezogenen Reste.

5. Obere Travertine von Ehringsdorf bei Weimar. In diesen Travertinen kommen *D. hemitoechus* und *Tichorhinus antiquitatis* vor, nicht *D. Merckii*. Der von mir (dies. Centralbl., 1909, p. 23—25 u. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 82, 1911, p. 215—216) zu *D. Merckii* gestellte Unterkiefer gehört zu *D. hemitoechus*. Über die Verteilung der Nashornarten in den Travertinen von Weimar berichte ich im einzelnen in einer Fortsetzung meiner 1911 in der Zeitschr. f. Naturwiss. erschienenen Arbeit auf Grund jahrelang fortgesetzter Untersuchungen im Weimarer Travertingebiete.

6. Einhornhöhle bei Scharzfeld am Harze. Ein P. II max. sin. im Provinzialmuseum in Hannover, erwähnt von Windhausen und Hahne, Jahrb. Prov.-Mus. Hannover, 1908, p. 47, Anm. 3 als *Merckii*.

[47] A. a. O., p. 97—105.

7. Eem-Schichten im Bette des Kaiser-Wilhelm-Kanals zwischen Grünenthal und Oldenbüttel. Bruchstück des rechten Oberkiefers mit P. II. und P. III. im Zoolog. Inst. Kiel. Vgl. Abschnitt IV.

Anhangsweise erwähne ich noch ein Bruchstück eines Unterkieferbackzahnes, das Herr Emile Rivière aus dem Schutte des Unteren Abri von Le Moustier ausgegraben und mir bei Gelegenheit der Ausgrabung des sog. *Homo Mousteriensis Hauseri* im August 1908 an Ort und Stelle gezeigt hat. Wie Rivière in den C. R. Ac. sc., 1908, T. 147, p. 870 erwähnte, bestimmte ich das Stück damals als *D. Merckii*. Nach meinen Notizen und Skizzen halte ich es jetzt für *D. hemitoechus*. Aus dem Schutte desselben Abri besitze ich einen M. II max. sin. von *Tichorhinus antiquitatis*.

Unter dem von H. Schroeder (Abh. K. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., H. 18, 1903, p. 106—123) von Mosbach beschriebenen Materiale von *D. Merckii* befindet sich entschieden — anscheinend neben wirklichem *D. Merckii* — auch *D. hemitoechus*, wenn auch vielleicht in einer von der ja geologisch jüngeren typischen etwas abweichenden Form. Mit Sicherheit erkenne ich *D. hemitoechus* vor allem in der Taf. 7, Fig. 1 u. 2 abgebildeten Oberkieferzahnreihe, deren Gipsabguß ich in Halle viel zu Vergleichen benützt habe und deren Verschiedenheit von *D. Merckii* ich schon 1901 (a. a. O. p. 269; vgl. auch p. 272) erkannt hatte[48]. Schroeder will, zum mindesten vorläufig, *D. hemitoechus* nicht von *D. Merckii* trennen. Er hebt indessen mit Recht (a. a. O. p. 130—131) die beträchtlichen Unterschiede zwischen dem *hemitoechus*-Schädel von Ilford und dem nahe damit übereinstimmenden, ebenfalls zu *D. hemitoechus* zu rechnenden Schädel von Irkutzk einerseits und dem Schädel von Daxlanden mit seinem *Merckii*-Gebisse andererseits hervor. Anstatt nun aber daraus zu ersehen, daß *D. hemitoechus* und *Merckii* sich auch im Schädelbau beträchtlich unterscheiden, sieht er in den genannten *hemitoechus*-Schädeln typischen *D. Merckii* und gründet weiter auf den Daxlandener *Merckii*-Schädel eine neue var. *brachycephala* dieser Art. Freudenberg (a. a. O. p. 7 ff.) vermehrt die Verwirrung, indem er das von Schroeder von Mosbach beschriebene Material ohne ersichtlichen Grund und im Gegensatze zu Schroeder's Verhalten var. *brachycephala* Schroeder nennt.

IV. Futterreste in Zähnen von *Dicerorhinus hemitoechus* Falc. aus Eem-Schichten im Kaiser-Wilhelm-Kanale.

Im Zoologischen Institute der Universität Kiel liegen 2 Nashornzähne, die beim Bau des Kaiser-Wilhelm-Kanales im März 1893 bei km 35,4, d. h. zwischen Grünenthal und Oldenbüttel in einer

[48] Auf Uebereinstimmungen zwischen von Schroeder zu *D. Merckii* gezogenen Mosbacher Stücken und *D. hemitoechus* hat schon Toula, Abh. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. 20, Heft 2, 1906, p. 34—35, hingewiesen.

Tiefe von 10,6—12,0 m unter dem Kanalwasserspiegel gefunden worden sind. Offenbar sind das die von O. Zeise, Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1902, Bd. 23, 1905, p. 169, Anm. 1 erwähnten „Zähne", die zusammen mit Knochen, u. a. Walwirbeln, in etwa 8—9,5 m Tiefe in Zeise's „marinem Alluvium" gefunden wurden, das in dieser Gegend seither als Eem-Schichten erkannt worden ist[49]. Es handelt sich um P. II u. III max. dextr., P. III noch in einem Kieferbruchstück, das einen Teil der Alveole für den P. II mitumfaßt, von *Dicerorhinus hemitoechus* Falc. Am P. III haftet stellenweise verfestigter, schwärzlicher, kalkfreier, an Diatomeen reicher Quarzsand. Dieser gleicht petrographisch und in seinem Diatomeengehalte einem von Herrn W. Wetzel 1920 auf den Spülflächen bei Fischerhütte bei km 35 gesammelten und u. a. an seinen Diatomeen als brackische Bildung erkannten Gesteine, über das Herr Wetzel später berichten wird.

Die Zahngruben enthielten nicht dieses Sediment, sondern rein pflanzliche Massen, die genau so aussehen wie die Futterreste, die man in den Zahngruben rezenter Nashornschädel zu finden pflegt. Die fossilen Futterreste gleichen weniger denen der laubfressenden Nashörner (untersucht 3 Schädel von *Diceros bicornis* L. und 1 von *Monoceros sondaicus* Desm.), die reichlich mehr oder weniger zerfaserte dickere Zweige enthalten, als denen des steppenbewohnenden *Ceratotherium simum* Burch. (untersucht 2 Schädel), die vorwiegend aus feineren pflanzlichen Massen bestehen. Herr G. Schellenberg in Kiel hatte die Freundlichkeit, die fossilen Futterreste botanisch zu untersuchen und mir darüber die folgende Mitteilung zur Verfügung zu stellen.

„Die mir zur Untersuchung übergebene Probe enthielt pflanzliche Reste, die offenbar Futterreste sind. Es spricht dafür, daß kleine Holzstückchen, die in der Probe enthalten waren, deutliche Spuren zeigten, daß sie gequetscht sind oder mit einem zangenartigen Gegenstand abgedrückt wurden[50]. Unter den Pflanzenresten fand sich ein kleines Stückchen Harz, äußerlich ähnlich Koniferenharz, an der einen Fläche mit der natürlichen abgerundeten Außenfläche, an der anderen Seite mit Bruchflächen. Das Stückchen gleicht zwei übereinandergeflossenen Tröpfchen, von denen das

[49] Auf Säugetierreste aus Eem-Schichten und ihre Bedeutung für die Beurteilung des ja noch umstrittenen Alters dieser Schichten gehe ich demnächst an anderer Stelle näher ein.

[50] Quetschung oder Zusammendrückung durch die Pinzette, mit der die Futterreste aus den Zahngruben gefördert wurden, ist ausgeschlossen, weil dabei die schon viele Jahre lang völlig ausgetrockneten Futterreste zerbröckelt wären. Ueber die Art des Kauens der lebenden Nashörner finde ich nur eine Notiz, nach der ich vor Jahren in Stellingen gesehen habe, wie ein *Diceros bicornis* L. Zweige bis zum Hinterrande des Maulspaltes zurückschob und dann mit einem Bisse durchschnitt. (Wüst.)

obere das untere nicht ganz überdeckt hat. Ferner sind in der Probe kleine Stengelstückchen und Blatt- und Rindenreste enthalten, die nicht näher bestimmt werden konnten, dann viel unbestimmbares staubförmiges Pflanzenmaterial. Einige Knospenschuppen, die stark rundlich und bauchig sind, gleichen Weidenschuppen. Am auffallendsten waren in der Probe enthaltene Stacheln. Diese sind von der Seite leicht zusammengedrückt, etwas von oben nach unten gekrümmt. Der eine Stachel war deutlich am hinteren Ende durch Biß zusammengedrückt. Die anatomische Untersuchung ergab, daß es sich um Stacheln und nicht um Dornen handelt, denn es fehlen Leitbündel; das Gewebe besteht aus einem ziemlich lockeren Parenchym, welches nach außen zu in stark verdickte Zellen übergeht. Diesem Befunde nach handelt es sich um Stacheln einer *Rosa* sp., wozu auch das anatomische Bild eines größeren Holzstückchens gut paßt, welches im Querschnitt die dünnen plattenförmigen Holzteile, getrennt von ziemlich breiten Markstrahlen, aufwies. *Rubus* sp., woran auch gedacht werden könnte, kommt nicht in Frage, weil hier, wie ein Vergleich zeigte, wenigstens an den jüngeren allein als Futter in Betracht kommenden Schößlingen, die Stacheln nach außen hin aus weniger stark verdickten Zellen sich aufbauen."

Das an den Südufern des Eem-Meeres rosenfressende Nashorn besitzt weit mehr als Kuriositäteninteresse. Die Bedingungen für die Erhaltung von Futterresten in den Zahngruben der Nashörner und auch anderer Pflanzenfresser sind — rasche Einbettung der Zähne vorausgesetzt — in allen den zahlreichen Ablagerungen gegeben, in denen sich pflanzliche Reste erhalten können. Da die Pflanzenfresser großenteils die Pflanzen trockenerer, von in Bildung begriffenen Ablagerungen entfernterer Standorte fressen, die naturgemäß nur äußerst spärlich überliefert sind, erschließt sich in den Futterresten in den Zahngruben fossiler Säugetiere, zu der ich die Fachgenossen, die geeignetes Sammlungsmaterial zur Verfügung haben, mit diesen Zeilen anregen möchte, ein höchst wichtiges Mittel zur Vervollständigung unserer Kenntnis der vorzeitlichen Pflanzenwelt, zugleich aber auch zur einwandfreien Feststellung der bionomischen (ökologischen) Verhältnisse ausgestorbener Säugetiere. Bei solchen Untersuchungen werden unter unseren diluvialen Säugetieren die Nashörner in erster Linie zu berücksichtigen sein, weil sie die geräumigsten Zahngruben von allen unseren diluvialen Säugetieren besitzen und demnach die größten Mengen von Futterresten liefern werden.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Natur und Genesis des Ilsemannit.

Von **E. Dittler** in Wien.

Der Liebenswürdigkeit des Herrn Geh. Bergrates F. Kolbeck in Freiberg und Herrn Hofrates R. Koechlin in Wien verdanke ich mehrere Ilsemannitproben aus der Grube Himmelsfürst in Sachsen.

Der Ilsemannit ist seinerzeit von H. v. Höfer[1] in der westlichen sogen. Kreuther-Abteilung des Bergbaues von Bleiberg in Kärnten entdeckt worden und neuerdings von W. T. Schaller[2] in größerer Menge in einem Sandstein von Ouray, Utah, aufgefunden worden. H. Höfer nahm für die chemische Zusammensetzung dieses wasserlöslichen Minerals die Zusammensetzung $Mo_5O_{14} = MoO_2 + 4MoO_3$ an, während ältere Formeln $Mo_2O_5 = MoO_2 + MoO_3$[3] und Mo_3O_8[4] entsprechen. F. Cornu und A. Himmelbauer[5] bezeichnen Ilsemannit als reversibles Kolloid. H. F. Yancey[6] statuierte neuerdings für Ilsemannit von Utah eine der beiden Formeln $MoO_2 . 2MoO_3$ oder $MoO_2 . 4MoO_3 . 6H_2O$.

W. T. Schaller gibt für dasselbe Vorkommen die Formel $MoO_3 . SO_3 . 5H_2O$ an. W. T. Schaller hatte die Freundlichkeit mir folgende Daten über das Vorkommen von Utah mitzuteilen: Das Gestein, in welchem das Material zu Ouray vorkommt, ist bis zu 10 % in kaltem Wasser löslich und der wasserlösliche Teil besteht zum größten Teile aus $FeSO_4$. Das Molybdän kommt nur in Spuren vermutlich als blaues MoO_2 in dem Wasser vor, doch scheint schon diese geringe Menge zu genügen, um der Lösung eine tiefblaue Farbe zu verleihen. Das blaue Grubenwasser von Idaho Springs ist wahrscheinlich eine Lösung von Ilsemannit, während die Analyse einiger dem Ilsemannit ähnlicher blauer faserig struierter Mineralien sich in ihrer Zusammensetzung der Halotrichit—Pickeringitgruppe nähern. Das mir über-

[1] H. v. Höfer, N. Jahrb. f. Min. etc. 566. 1871.

[2] W. T. Schaller, Journ. of the Washington acad. of Science. Vol. 7. 417. 1917.

[3] C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. 127, 290. 1866.

[4] Gmelin-Kraut, Anorg. Chem. 26, 164. 1897.

[5] F. Cornu, dies. Centralbl. 329. 1909 und A. Himmelbauer, Fortschr. d. Min., Krist. u. Petr. III. 38. 1913.

[6] H. F. Yancey, Chem. and metall. Engineering. Vol. 19. 186. 1918.

gebene Material war nicht frisches Grubenmaterial, sondern bestand aus älteren Sammlungsstücken, teils innig mit Quarz verwachsene Aggregate, teils Gemenge von Arsenopyrit, Pyrit, Bleiglanz und Quarz überzogen von mehreren Millimeter dicken blauen bis blaugrünen Krusten, die sich in Wasser mit blauer Farbe lösten und mehr oder weniger saure Reaktion zeigten. Die isolierten Quarzkriställchen besitzen nach sorgfältigem Waschen u. d. M. eine schwach- bis tiefblaue Farbe, die Ilsemannitsubstanz ist im Quarz eingeschlossen und der Quarz stellt eine jüngere Bildung dar. Molybdänglanz, Wulfenit und Jordisit[1], die vielfach als das Primärmaterial des Ilsemannit vermutet wurden, sind in keiner der Proben zu beobachten.

Das physikalische und chemische Verhalten des wasserlöslichen Anteiles und daraus gezogene Schlüsse auf die Genesis des Ilsemannit bilden den Inhalt dieser Studie.

Die blaugefärbten Teile wurden soweit als möglich von ihrem Untergrunde isoliert und in 4 Standgläsern mit 200 cm^3 H_2O der Luft ausgesetzt. Ein feiner grauschwarzer Schwamm setzte sich bald zu Boden; die klaren überstehenden Lösungen waren anfangs farblos, begannen sich jedoch bald in verschiedenem Grade blau zu färben, wie folgende Tabelle zeigt:

Probe	Farbe der Lösung			Reaktionen der Lösung				
	—	nach 24 Std.	nach 48 Std.	Phenolphtalein	$Fe^{..}$	$Fe^{...}$	SO_4''	Mo
I	farblos	langsame Diffusion des blauen Anteils	tiefblau	sauer	$\pm$[2]	$\pm$	+	$\pm$
II	schwach blau	gegen die Flüssigkeitsoberfläche	tiefblau	schwach sauer	$\pm$	$\pm$	+	$\pm$
III	schwach grünlichblau	untere Zone grünlich	gleichmäßig stark hellblau	nahezu neutral	$\pm$	—	+	$\pm$
IV	schwach grünlichblau	obere Zone rein blau	blaß — starker Stich ins Grüne	schwach sauer	$\pm$	—	+	$\pm$

Die in H_2O gelösten Mengen betrugen 3—21 %. Die Reaktion der Lösungen ergab reichliches Vorhandensein von SO_4'', dagegen waren die Reaktionen auf $Fe^{..}$, $Fe^{...}$ und $Mo^{''''''}$[3] besonders in

[1] F. Cornu, dies. Centralbl. 329. 1909.

[2] + deutliche, $\pm$ schwache, — fehlende Reaktion.

[3] Die von Th. Döring angegebene sehr empfindliche Reaktion mittels KCNS und metallischem Zn gestattet noch den Nachweis von 0,014 mg Mo in 10 cm^3 Flüssigkeit. $Fe^{...}$ wird hiebei zu $Fe^{..}$ reduziert und ist dann unwirksam auf KCNS. Wissensch. Forsch. Ber. I. 1921.

Probe 3 und 4 recht schwach im Verhältnis zu der wirklich vorhandenen Menge dieser Elemente, obwohl die Lösung freie Schwefelsäure enthielt. Deutlich wurden sie erst nach Zusatz von HCl. Beim langsamen Eindunstenlassen bildete sich eine gelartige blaue Masse, die wenige mikroskopisch kleine Leistchen von niedriger Lichtbrechung etwas $> 1{,}501$, $\pm$ Charakter der Hauptzone und großer Auslöschungsschiefe $c\gamma'$ ca. $40—45^0$ als Verunreinigung enthielt. Sie konnten mit keiner der bekannten Eisensulfatverbindungen identifiziert werden. Der blaue gelartige Rückstand löst sich in H_2O wieder mit der ursprünglichen Farbe auf. Die Lösungen sind in der Durchsicht vollständig klar, geben aber im Spaltultramikroskop einen deutlichen Tyndalleffekt[1] und reichliches Vorhandensein von Submikronen bei der Untersuchung mittels Paraboloidkondensor. Unter der Einwirkung eines starken Ra-Präparates (0,6 g) tritt im zugeschmolzenen Glasrohr schon nach sehr kurzer Zeit Ausflockung ein, wobei sich Agglomerate braungefärbter Flocken bildeten, die jetzt auch u. d. M. sichtbar wurden. Die Kontrollösung blieb unverändert. 60stündige Bestrahlung mit ultraviolettem Licht erzeugt weder Ausflockung noch Farbänderung. Die Lösungen wurden weiters zur Feststellung des Ladungssinnes in einem 25 cm langen und in einem 1,5 cm weiten U-Rohr durch 40 Min. einem Strom von 110 Volt Gleichstrom ausgesetzt, wobei starke kataphoretische Wanderung des Eisenhydroxydes nach der Kathode und Farbloswerden der Lösung beobachtet wurde. Das Eisenhydroxyd an der Kathode enthält nahezu die gesamte Mo-Menge, obwohl dieses als negatives Kolloid an die Anode wandern sollte. Maßgebend hiefür war wohl die große Konzentration an SO_4-Ionen, die kathodische Konvektion verursachte.

Der kolloide Charakter der Auflösungen konnte auch folgend festgestellt werden: Bringt man die Lösungen in den Dialysator, so diffundierte durch die Pergamentmembran in das Waschwasser des äußeren Dialysatorgefäßes allmählich die Schwefelsäure und etwas Eisen, während der größte Teil des Eisen und die Molybdänsäure zurückblieben. Der Rückstand bildet mit Wasser wieder ein Sol, das noch Schwefelsäure enthält.

Dieses Ergebnis zeigt auch folgender Versuch: Bringt man in eine $FeSO_4$-Lösung eine kleine Menge frisch hergestellter MoO_3, so diffundiert die gesamte Lösung wie ein Elektrolyt durch die Pergamentmembran; erwärmt man aber die Lösung ganz schwach an der Luft, so beginnt sich die Lösung allmählich blau zu färben unter Bildung von $Fe_2(SO_4)_3$, dialysiert man jetzt wieder, so kann man selbst nach 3wöchentlicher Dauer der Dialyse im Inneren der Hülse mit K_4FeCy_6 noch Mo nachweisen. Der Hülseninhalt verhält sich nun wie ein Sol.

[1] Die Untersuchung hierüber stellte ich gemeinschaftlich mit Herrn K. Konstantinowsky im II. phys. Institut der Universität Wien an.

Unter den synthetischen kolloiden Molybdänverbindungen ist die bekannteste wohl die von Muthmann [1] als $Mo_3O_8 . x H_2O$ festgelegte Verbindung. Sie wird gewöhnlich als „Molybdänblau" bezeichnet, und lange Zeit hindurch hat man die Formel dieser Verbindung auf den Ilsemannit übertragen, ohne mehr als oberflächliche Anhaltspunkte hiefür zu besitzen.

Eine nach W. Biltz [2] hergestellte kolloide Lösung von Molybdänblau verhält sich nach dem Dialysieren ähnlich wie das natürliche Sol: Bei nicht zu geringer Konzentration sind im Ultramikroskop zahlreiche Submikronen in lebhafter Bewegung, bei größerer Verdünnung und frei von Elektrolyten ist optische Leere zu beobachten. In letzterem Falle ist das Molybdänblau in molekularer Zerteilung und nach den Untersuchungen Marchetti's [3] monomolekular vorhanden. Fügt man jedoch Elektrolyte (Eisensulfat) zu, so polymerisieren sich die Molekeln und gehen in den kolloiden Zustand über:

$$(Mo_3O_8) \text{ Kristalloid} \rightarrow (Mo_3O_8) \text{ Kolloid.}$$

Umgekehrt zerteilt sich bei abnehmender Konzentration und Elektrolytmenge das kolloide zu kristalloidem Molybdänblau. Ähnlich verhält sich auch die kolloide Molybdänsäure MoO_3, deren Teilchen je nach ihrem Polymerisationsgrad bald wie Elektrolyte, bald wie Kolloide sich verhalten können [4].

Herr Prof. J. H. Bechhold war so liebenswürdig, einige weitere Versuche zur Feststellung des kolloiden Charakters der natürlichen Sole im Institut für Kolloidforschung in Frankfurt a. M. anzustellen. Das Sol wurde dreimal durch ein 5 % Eisessigkollodiumfilter, das Hämoglobinteilchen von 2—2,5 $\mu\mu$ zurückhält, filtriert, wobei als Rückstand ein bräunlichgrünes Gel (Eisenoxydhydrat mit adsorbiertem $Mo_3O_8 . x H_2SO_4$) verblieb; das Ultrafiltrat war farblos, optisch nahezu leer und gab nur noch Spuren von $Fe^{\cdots}$, $Mo^{\cdots\cdots}$ und SO_4''.

Im übrigen wurden von Prof. J. H. Bechhold die bereits oben angegebenen Beobachtungen bestätigt, so daß mit Sicherheit gesagt werden darf, daß in den untersuchten Solen sowohl ein Teil des Eisen als auch das Molybdän in kolloider Form vorliegen, während ein anderer sehr viel kleinerer Teil des Eisen zusammen mit der Schwefelsäure als Elektrolyt vorhanden ist.

Das Resultat der Analysen der Lösungen ergibt folgendes:

1. Probe: Feinstes mit Quarz verwachsenes tiefblaues Pulver, vom Quarz durch Schlämmen isoliert:

---

[1] Lieb. Ann. 238, 124. 1887.

[2] Ber. Deutsch. chem. Ges. **37**. 1095. 1904; **38**. 2963. 1905. 15 g molybdänsaures Ammon $(NH_4)_6 Mo_7 O_{24} . 4 aq$ in 400 cm³ H_2O gelöst, 100 cm³ 3—4 norm. H_2SO_4 hinzugefügt und siedend mit H_2S reduziert.

[3] Zeitschr. anorg. Chem. **19**. 391. 1899.

[4] R. Abegg u. Fr. Auerbach, Handb. anorg. Chem. **4**. 1, 2. 695. 1921.

		%	Mol.-Quot.	Mol.-Verhältnis nach Abrechnung von $Fe_2(SO_4)_3$	
	Unlösl. in H_2O . .	96,13	—	—	
Wasserlöslich	FeO	0,04	—	—	
	Fe_2O_3	0,86	0,0054	—	
	SO_3	1,72	0,0215	0,0054	1,2 : 1
	MoO_3	0,64	0,0044	0,0044	
	H_2O [1]	0,65	0,0361	—	
		100,00			

Analysenmethode: Die blaue Lösung wurde auf 300 cm³ aufgefüllt und in einem aliquoten Teil von je 100 cm³ nach Oxydation der Fe··-Ionen mit etwas H_2O_2 zur Trockene gedampft, in etwas verdünnter H_2SO_4 gelöst und nach dem Verdünnen mit H_2O das Gesamteisen mit NH_4OH gefällt, das Eisenhydroxyd abfiltriert und nach dem Waschen des Niederschlages die Lösung mit weiteren 20 cm³ NH_4OH versetzt. Zur Ausfällung des Mo wurde längere Zeit H_2S bis zum Auftreten der deutlich blutroten Farbe eingeleitet, das MoS_3 mittels H_2SO_4 in bekannter Weise gefällt und bei 425° in MoO_3 übergeführt und gewogen. In weiteren 100 cm³ wurde Fe·· mit $^1/_{100}$ n. $KMnO_4$ (1 cm³ = 0.000622 g Fe) titriert und in den restlichen 100 cm³ SO_4 nach Entfernung des Fe·· und Fe··· mit $BaCl_2$ bestimmt.

2. Probe: Blaue erdige Masse mit wenig Quarz, hinterläßt beim Lösen mit Wasser einen schwarzen Rückstand, der vornehmlich aus Bleiglanz besteht:

		%	Mol.-Quot.	Mol.-Verhältnis nach Abrechnung von $Fe_2(SO_4)_3$	
	Unlösl. in H_2O . .	79,21	—	—	
Wasserlöslich	FeO	Spur	—	—	
	Fe_2O_3	4,44	0,0284	—	
	SO_3	9,05	0,1131	0,0282	1 : 1
	MoO_3	4,02	0,0279	0,0279	
	H_2O	3,28	0,1822	—	
		100.00			

3. Probe; Blaue Krusten auf Gemenge von Pyrit, Arsenopyrit, Bleiglanz. Die Ilsemannitsubstanz findet sich zum Teil im Quarz eingeschlossen.

		%	Mol.-Quot.	Mol.-Verhältnis nach Abrechnung von $Fe_2(SO_4)_3$	
	Unlösl. in H_2O . .	97,33	—	—	
Wasserlöslich	FeO	0,07	—	—	
	Fe_2O_3	0,59	0,0037	—	
	SO_3	1,18	0,0147	0,0036	1,7 : 1
	MoO_3	0,31	0,0021	0,0021	
	H_2O	0,52	0,0288	—	
		100,00			

[1] Die Differenz der Analysenzahlen, bezogen auf das Gewicht des Ausgangsmaterials, wurde nach qual. Prüfung als H_2O in Rechnung gestellt.

4. Probe: Blaue Krusten auf Unterlage wie 3.

		%	Mol.-Quot.	Mol.-Verhältnis nach Abzug von $Fe_2(SO_4)_3$	
	Unlösl. in H_2O . .	89,51	—	—	
Wasserlöslich	FeO	Spur	—	—	
	Fe_2O_3	2,79	0,0175	—	
	SO_3	5,60	0,0700	0,0175	2,3 : 1
	MoO_3	1,12	0,0077	0,0077	
	H_2O	0,98	0,0544	—	
		100,00			

Die kolloidchemische Untersuchung ergibt, daß der größte Teil des Eisen als Eisenoxydgel vorliegt, mit variablem adsorbiertem blauem Molybdänoxyd und Schwefelsäure.

Wenn man von den geringen Mengen Fe^{II} absieht und das Gesamteisen auf H_2O lösliches neutrales Ferrisulfat umrechnet, bleiben für das Verhältnis $MoO_3 : SO_3 : H_2O$ folgende Zahlen:

Probe	I	$MoO_3 : SO_3 : H_2O = 1 : 1{,}2 : 8{,}2$
„	II	$= 1 : 1 : 6{,}5$
„	III	$= 1 : 1{,}7 : 13{,}7$
„	IV	$= 1 : 2{,}3 : 7$

Es resultieren Molybdän-Schwefelsäuren von verschiedenen SO_3- und H_2O-Gehalten, wenn für $Fe_2(SO_4)_3$ 3 Moleküle SO_3 in Abrechnung gebracht werden. Nun hat R. Scharizer [1] gezeigt, daß verdünnte Lösungen von neutralem Ferrisulfat, wie sie bei der Oxydation von $FeSO_4$ in der Natur entstehen, sich um so rascher in basische Sulfate und freie Schwefelsäure umsetzen, je verdünnter die Lösung ist und je länger die Oxydation dauert. Es wird sich sonach unter der Annahme, daß ursprünglich das Eisen als $Fe_2(SO_4)_3$ vorgelegen war, der aus den Analysen für $Fe_2(SO_4)_3$ künstlich errechnete Exponent $\frac{SO_3}{Fe_2O_3} = 3$ beim Altern der hier als Gele vorliegenden Substanzen immer mehr zu Ungunsten der Schwefelsäure verschoben haben, wobei sich basische Sulfate und kolloides Eisenoxyd bildeten, die mit Molybdänschwefelsäure sich zu Komplexen vereinigten, ähnlich den neuerdings von O. Hauser und H. Herzfeld [2] studierten semikolloiden Zirkonsulfaten.

Die Probe 2 entspricht in ihrer Zusammensetzung nahezu der Schaller'schen Formel. Höchstwahrscheinlich handelt es sich hier aber um die den komplexen Molybdänmolybdaten verwandten und von M. K. Hoffmann [3] studierten kolloiden Molybdän-Schwefelsäureverbindungen von blauer Farbe, die erhalten werden, wenn MoO_3

[1] R. Scharizer, Zeitschr. f. Krist. XXX. 217 u. ff. 1899.

[2] Zeitschr. anorg. Chem. 106. 1919.

[3] M. K. Hoffmann, Diss. Bern 1903 (Leipzig) und Zeitschr. anorg. Chem. 12, 55. 1896.

in Anwesenheit von Schwefelsäure reduziert wird und die in den vorliegenden Proben durch Eisenoxydgel adsorbiert sind.

Molybdänblau ist immer das erste Produkt der Reduktion von Molybdaten oder Molybdänsäure oder umgekehrt das letzte Produkt bei der Oxydation aller niedrigwertigen Mo-Verbindungen. Erst in neuester Zeit haben die Untersuchungen von Guichard [1] eine bestimmte Vorstellung über die Bildung dieser Verbindung gegeben.

Folgende Reaktionen führen zu Molybdänblau:

1. Gemäßigte Reduktion saurer MoO_3 oder Molybdatlösungen,
2. Reduktion von Mo-Verbindungen, die Mo^V oder eine niedrigere Wertigkeitsstufe enthalten,
3. Doppelzersetzung von MoO_3 oder saurer Molybdatlösungen mit Salzen von Mo^V.

Wenn wir uns nun die Ilsemannitbildung als eine „Hut“bildung vorstellen, so kann nur Reaktion 1 in Frage kommen, indem das in den natürlichen Mo führenden Mineralien enthaltene Mo durch die freie Schwefelsäure angegriffen wird, unter Bildung der von W. T. Schaller im frischen Zustand beobachteten Molybdänschwefelsäure $MoO_3 . SO_3 . 5H_2O$ [2]. Die als Ilsemannit bezeichnete, fast niemals Fe freie Verbindung findet sich auf Krusten, die reichlich Eisenoxydgele enthalten, und daraus sowie aus dem Vorkommen in Utah können wir folgende Hypothese über die Genesis dieses Minerals ableiten: Der natürliche Ilsemannit ist gelegentlich der Oxydation schwefelsaurer Eisensulfatlösungen, die Molybdänsäure enthielten, durch Kondensation anfangs molekular disperser Lösungen gebildet worden, wobei unter dem Einfluß der Temperatur, Länge der Zeit und der großen Menge der vorhandenen Elektrolyte der kolloide Zustand sich herausbildete.

Folgende schematische Gleichung würde den Vorgang versinnbildlichen:

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + 3MoO_3 = Fe_2(SO_4)_3 + \underset{\text{(blaues Oxyd).}}{Mo_3O_8 . H_2O}$$

Das Ferrisulfat zersetzt sich weiter, wobei Molybdänschwefelsäure entsteht. Bringt man frisch gefällte Molybdänsäure mit etwas konz. $FeSO_4$-Lösung an der Luft zusammen, so tritt keine Veränderung ein, sowie aber einige Tropfen freie H_2SO_4 hinzugefügt werden, beginnt sich die Zone um die $FeSO_4$-Lösung blau zu färben, infolge Reduktion von MoO_3. Gleichzeitig lassen sich Fe'''-Ionen in der Lösung nachweisen.

Geringe Mengen von Mo haltenden Mineralien (Wulfenit, Molybdänglanz nach erfolgter Oxydation) wirken im fein gepulverten Zustand auf $FeSO_4$ in gleicher Weise oxydierend, wenn, wie der Versuch zeigt, etwas freie Schwefelsäure vorhanden ist. Fehlt

[1] Ann. chim. phys. [7.] 23, 498. 1901.

[2] Siehe hiezu auch M. K. Hoffmann, Diss. Bern 1903 (Leipzig), danach existieren eine ganze Reihe solcher Säuren.

diese letztere, so beginnt die Blaufärbung erst nach Tagen bezw. Wochen durch Zersetzung des gebildeten Ferrisulfates; die hier angedeutete Erklärung der Genesis des Ilsemannit ist auch die Ursache dafür, weshalb es so schwer ist, reines Fe-freies Material zur Analyse zu erhalten.

Nach Abschluß dieser Untersuchung erschien eine Arbeit von Ch. W. Cook [1] über ein neues Vorkommen von Ilsemannit in Shasta Co. in Californien. Nach W. Cook ist dort der Ilsemannit aus Molybdänglanz hervorgegangen und eine ganz junge Bildung; die Bildungsdauer wird auf wenige Monate berechnet. Durch Oxydation hätte sich zuerst das niedrige Oxyd MoO_2 gebildet, das noch Unlöslichkeit in H_2O zeigt, weitere O-Aufnahme führte dann zu einem Gemisch von IV- und VI-wertigen, in H_2O löslichen Molybdänoxyden von der bekannten blauen Farbe. W. Cook schließt auf Grund seiner Beobachtungen auf die Yancey'schen Formeln. Da eine chemische Untersuchung nicht ausgeführt wurde, fehlen Angaben über einen etwa vorhandenen SO_3-Gehalt der untersuchten Proben; die Bildung des Ilsemannites aus MoS_2 durch Oxydation und die auffallend kurze Bildungszeit stehen aber in guter Übereinstimmung mit den hier mitgeteilten Versuchsergebnissen.

Min. Institut Universität Wien.

Amphibolgesteine von Stubalpe, Koralpe und aus den Seetaler Alpen.

Von **F. Heritsch** in Graz.

Die im folgenden namhaft gemachten Gesteine bilden die Grundlage zur geologischen Aufnahme größerer Gebiete des steirischen Kristallins, für welchen Zweck die petrographische Klassifizierung erste Notwendigkeit ist [2]; als Grundlage der systematischen Einreihung dienen die im folgenden mitgeteilten Analysen nach der Rosiwal'schen Methode.

I. Hornblendefels bezw. Hornblendeschiefer bilden eine besondere Gruppe; dazu gehören die Hornblendefelse: 225 i — Texenbachalpe, 265 — Straßenteilung unter dem Gaberl, Abzweigung zum Stübler, 253 — Samer bei Kleinfeistritz und der Hornblendeschiefer 91 — zwischen Gleinalpe und Brendlstall (bei Angel [3], p. 133 als dünnplattiger Amphibolit). — Die Hornblendefelse sind im Handstück massig. U. d. M. haben sie entweder richtungslose Anordnung der Hornblende (dabei aber Rutil-Körnerreihen, 265) oder leichte Parallelstellung der Amphibole angedeutet (225 i mit Titanit-Körnerreihen).

[1] Am. Journ. of Sci. 5. Vol. 4. 50. 1922.
[2] Siehe F. Heritsch, dies. Centralbl. 1922. p. 483—488.
[3] Angel-Heritsch, Jahrb. d. geol. Staatsanstalt. 1919.

Gesteinsnummer	91	265	225 i	253	82	83	86	231 b	225 a	225 s	260
Quarz . .	—	—	—	—	2,5	2,3	—	6,4	—	—	—
Plagioklas	—	0,4	0,3	4,2	9,1	9,6	8,7	6,1	11,1	8,4	1,7
Zoisit . .	0,5	—	—	1,0	8,0	—	2,9	8,0	—	7,7	9,8
Hornblende	95,0	94,7	90,5	94,4	77,3	80,3	81,8	75,2	85,2	73,3	69,4
Meroxen .	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	8.0
Chlorit . .	—	—	—	—	0,5	3,5	—	—	—	—	—
Diopsid . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.1	—
Granat . .	—	—	—	—	2.0	1,0	—	3,2	—	—	—
Rutil . . .	4,5	4,7	—	0,4	0,6	—	6,6	1,1	1,3	—	—
Titanit . .	—	—	9,2	—	—	—	—	—	2,3	5,5	4,5
Erz . . .	—	0,2	—	—	—	2,3	—	—	0,1	—	6,6

II. Zu den gemeinen Amphiboliten gehören: 86 — Schwarzkogel (Angel, l. c. p. 132), 83 — Soldatenhaus, Stubalpe (Angel, p. 130), 225 a — Murmoaralpe, 231 b — Laufenegg, 82 — Stubalpenspeik (Angel, p. 129). — Es könnte zwischen massigen und schieferigen Typen unterschieden werden. Die im Handstück massigen Amphibolite haben u. d. M. entweder richtungslos (83) oder leicht parallel gestellte Hornblenden (86). Zu den schieferigen Typen gehört 225 a, das im Handstück scharfe Parallelstellung der Hornblenden und dazwischen vereinzelte, kurze, helle Lagen, u. d. M. alle Gemengteile in s erkennen läßt.

Der diopsidführende Amphibolit 225 s von P. 2146 am Zirbitzkogel hat im Handstück andeutungsweise, u. d. M. scharf ausgeprägte s-Stellung der Gemengteile; besonders scharf ist die Parallelstellung durch die Hornblenden und Zoisite ausgeprägt. Etwas diablastisches Gewebe von Hornblende und Plagioklas ist vorhanden.

Die Gesteine 82, 231 b und 225 s nähern sich durch ihren hohen Zoisitgehalt der Gruppe der Zoisitamphibolite. Dasselbe gilt für den Meroxenamphibolit 260 von der Blöschlhube bei Salla. Dieses schieferige Gestein hat u. d. M. Hornblende, Zoisit und Erz in s, Titanit bildet in s ganze Züge. Der Meroxen (mit dem braunroten Pleochroismus) steht z. T. in s, z. T. schief oder senkrecht auf s. Das Gestein stammt aus der Nähe von Marmor; daher ist im Schliff vielfach Calcit vorhanden; zur Ausmessung wurden nur calcitfreie Partien genommen.

III. Die Granatamphibolite sind durch Übergänge mit den vorigen verbunden. Das Gestein 225 vom Südhang des Stubalpenspeik wird als granatführender Amphibolit bezeichnet; das im Handstück dunkle, schwach geschieferte Gestein hat ca. ½ mm große Granaten und garbenartige Anordnung der Hornblenden im Hauptbruch. U. d. M. liegen die z. T. rundlichen, z. T. länglichen

Gesteins-nummer	225	78a	264	251	90	89	272	254	254
Quarz . . .	2,0	1,9	—	—	—	2,2	—	6,1	13,7
Plagioklas .	12,0	8,8	8,1	2,7	1,4	—	1,8	—	—
Zoisit . . .	—	5,8	2,8	—	—	0,6	1,1	4,1	—
Hornblende	76,6	67,2	60,0	72,6	84,6	70,0	70,2	45,1	36,8
Meroxen . .	1,0	—	6,3	—	—	—	—	—	—
Chlorit . .	—	—	—	—	—	—	3,4	—	—
Epidot . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2
Granat . .	5,6	14,5	16,2	18,2	10,2	17,5	19,6	36,4	41,2
Rutil . . .	2,2	1,8	4,2	2,9	2,1	0,3	3,2	8,3	6,1
Titanit . .	—	—	—	2,3	—	9,4	—	—	—
Erz	0,6	—	2,4	1,3	1,7	—	0,7	—	1,0

Granaten gleichmäßig über den Schliff verteilt in den anderen, absolut parallel gestellten Komponenten. — Die folgenden Gesteine gehen unter der Bezeichnung Granatamphibolit. Scheinbar massig ist 251 vom Lederwinkel auf der Stubalpe, mit $\frac{1}{2}$—2 mm großen Granaten. Der Schliff aber zeigt das Parallelgefüge von Hornblende-Rutil. Die anderen Nummern haben mehr oder weniger schieferige Textur des Handstückes: 272 — zwischen Gaberl und Almhaus, 89 — südl. vom Gaberl, beim Marterl vor P. 1599 (bei Angel, p. 133, als Amphibolit), 90 — zwischen Wegteilung und Almhaus (bei Angel, p. 133, als Amphibolit), 78a ebenda (bei Angel, p. 123, als Hornblendegranatgneis), 264 — Rappolt-Westhang, Gehänge ober der Haltbauernhütte. Das Gestein 264 ist deutlich schieferig (Meroxen!) und würde nach dem Handstück nicht als Granatamphibolit bezeichnet werden; u. d. M. ist das s-Gefüge aller Gemengteile charakteristisch, welches sich um die sehr vereinzelten, bis 4 mm großen Granaten herumschlingt, die verlegtes si haben. Ohne den Granat, der vielleicht aus dem Nebengestein stammt, wäre 264 ein gemeiner Amphibolit, dem es auch in der Tracht am besten entspricht. — Das Gestein 272 hat im Schliff typisches Amphibolitgefüge, Hornblende-Rutil in s; das s des Rutils geht unverlegt durch die länglichen, oft breite Schnüre bildenden Granaten durch.

Der Hornblendegranatfels 254 von der Reisstraße beim Schlüsselhuber ist massig, hat 1—6 mm große Granaten in der Hornblendemasse. Die Granaten sind rundlich, haben verlegtes si aus Rutil; um sie schlingt sich in Parallelgefüge Hornblende, oft spindelförmige Rutile etc. herum. Die beiden Zahlenreihen stammen von Schliffen zweier Handstücke. Das Gestein ist parallel zu s von dünnen aplitischen oder quarzigen Lagen durchzogen (daher der höhere Quarzgehalt der Ausmessungen), welche dem Gestein einen grob gebänderten Charakter verleihen; das normale Gestein

ist fast frei von hellen Gemengteilen. Die Ausmessungen geben kein charakteristisches Bild.

III. Von Plagioklasamphiboliten liegen folgende geometrische Analysen vor: 79 — Stubalpenspeik (bei Angel, p. 127, mit präkristalliner Faltung), 80 — zwischen Almhaus und Ochsenstand (bei Angel, p. 127), 256 — Breitenau, 2 km unter den Schafferwerken (aus der Zone der Quarzfeldspatamphibolite Stiny's [1], p. 27), 257, 258 — Kernstockhaus (bei Stiny, p. 23, als Saussuritamphibolit). Das Gestein 270 vom Weg Samer nach Kleinfeistritz ist verdeckt schieferig, hat aber u. d. M. recht deutliches s-Gefüge, von dem nur der teilweise quer auf s stehende Meroxen abweicht. Die Nummer 252, von Hold bei Kleinfeistritz stammend, weicht vom Typus der Plagioklasamphibolite durch seine Quarzzahl ab; vielleicht soll man dieses deutlich schieferige Gestein als Quarzplagioklasamphibolit abtrennen.

Gesteinsnummer	79	80	256	257	257	258	270	252	225 r
Quarz . . .	2,6	3,0	—	—	—	0,2	7,3	13,7	—
Plagioklas .	27,1	25,0	27,6	39,9	37,2	22,2	21,7	6,6	22,7
Zoisit . . .	1,0	—	—	5,6	—	—	—	—	—
Hornblende	69,3	59,0	71,0	57,6	60,2	75,8	59,6	70,7	65,6
Meroxen . .	—	—	—	—	—	—	8,9	—	—
Chlorit . .	—	2,3	—	—	—	—	0,5	—	1,8
Epidot . .	—	3,2	—	—	—	—	—	3,6	—
Granat. . .	—	—	—	—	—	—	—	—	8,8
Rutil . . .	—	—	—	0,8	0,8	1,0	1,5	—	1,1
Titanit. . .	—	—	—	1,0	1,4	—	—	—	—
Erz	—	7,5	1,4	0,5	0,4	0,8	0,5	5,4	—

Das Gestein 225 r von der Wenzelalpe ist als granatführender Plagioklasamphibolit zu bezeichnen. Es ist massig und ca. $\frac{1}{2}$ mm große Granaten. Die Hornblende hat keine deutliche Parallelstellung; in ihrem Gefüge liegen die kleinen, rundlichen Granaten (mit Einschlüssen von Feldspat und durchzogen von Chlorit). Das ist also eine poikiloblastische Struktur. An einer Stelle des Schliffes liegt ein großes Muscovitblättchen, das kleine Granaten einschließt. Es wurde in die Ausmessung nicht einbezogen. Nach meiner Meinung kann es sich nur um eine tektonische Einbeziehung handeln, analog den Knetgesteinen aus Eklogitamphiboliten und Gneisen. Hier sei bemerkt, daß ein Teil der Schiefergesteine unseres Kristallins Muscovitschiefer sind, d. s. die hauptsächlich aus Muscovit und Granat bestehen, wogegen Quarz und Feldspat zurücktreten.

[1] Gesteine aus der Umgeb. von Bruck a. M. Feldbach 1917. Selbstverlag.

IV. Eine weitere Gruppe bilden Zoisitamphibolite und Hornblendezoisitschiefer. Die Zoisitamphibolite sind häufig aplitisch injiziert, wobei die aplitischen Lagen dünn und in s auseinandergelegt sind; so entstehen gebänderte Gesteine, die besonders im Stubalpengebiete sehr häufig sind. Die gefalteten Stücke zeigen oft die Regel von der Stauchfaltengröße; besonders großartig ist diese an einem großen Block, der am markierten Weg, Salzstiegel — P. 1698 — Petererriegel, knapp unter P. 1698 im Südhang des Stubalpenspeik liegt[1]. Einzelne Stücke zeigen in den liegenden Fältchen Verdickung der Scharniere, Verdünnung bis Verschwinden der Mittelschenkel. Man kann auch sehen, wie durch Parallelpressen der Schenkel scheinbar einfache Lagentexturen entstehen. Die lebhafte Fältelung der Zoisitamphibolite ist durch das mechanisch sehr differente Verhalten der beiden Komponentengruppen hervorgebracht.

Gesteinsnummer	85	269	232 c	232 d	226	263	262	232	232 b
Quarz . . .	5,1	—	—	—	0,8	—	—	—	6,7
Plagioklas .	—	3,1	4,4	7,3	12,5	—	—	—	1,6
Zoisit . . .	10,1	28,6	20,7	23,5	24,4	31,1	38,8	52,4	30,3
Hornblende	84,8	62,6	73,0	68,9	61,8	68,6	61,0	47,4	60,7
Rutil . . .	—	5,7	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2		0,7
Titanit. . .	—	—	1,7	—	—	—	—	—	—
Erz	—	—	—	—		—	—	0,2	—

Keines von den ausgemessenen Gesteinen ist aplitisch injiziert. No. 85 vom Ochsenkreuz, Gleinalpe (bei Angel, p. 131, als gebänderter Amphibolit), erhebt sich knapp über die untere Grenze der Zoisitamphibolite und vermittelt den Übergang zu den gemeinen Amphiboliten. No. 269 vom Scherzberg-Südhang hat wie alle durch Zoisit, Hornblende und länglich gestellte Rutile ausgesprochene s-Struktur. Der Schliff zeigt präkristalline Faltung. Das gilt auch für 226 (Rinne am Südhang des Stubalpenspeik) und 232 c (unter der Hebalpe, Straße nach Freiland). Das fast massige Gestein 232 d (von Laufenegg) hat u. d. M. undeutliches s-Gefüge von Hornblende und Zoisit.

Die Hornblendezoisitschiefer sind ein besonderer Typ: sie bestehen in bestimmtem Mengenverhältnis aus langstengeligen Hornblenden und Zoisiten. Im Handstück verraten sie sich durch ihren Zoisitreichtum und rücken daher — auch in der Farbe — von den Amphiboliten ab; wenn sie dunkel sind (263, 232 b) stehen sie auch knapp an der Grenze gegen die Zoisitamphibolite. Die

[1] Abbildung davon in Heritsch, Geologie der Steiermark. 1921. Taf. V.

typischen Hornblendezoisitschiefer sind immer hellgrünlich mit seidigem Glanz und immer streng schieferig. U. d. M. haben alle das typische Gefüge der parallelgestellten Hornblenden und Zoisite; der Zoisit bildet oft spitzwinkelige Büschel. — Ausgemessen wurden folgende Gesteine: 263 — Schwarzkogel NW-Gehänge, 262 — zwischen Schwarzkogel und Raucheck, 232 — Osthang des Stubalpenspeik in 1780 m Höhe, 232b — Laufenegg.

V. Die Hornblendeplagioklasgesteine sind eine große, in eine Reihe von Unterteilungen zerfallende Gruppe. Hornblendeplagioklasfelse wurden von folgenden Punkten untersucht: 267 — Salla NNW, ober Wiedner (wie ein grobkörniger Diorit), 225 Aa — Steilhang aus dem Winterleiten Kar gegen Zirbitzkogel (wie ein schwach geschieferter feinkörniger Diorit), 225 Ab, ebenda (wie ein feinkörniger, fast massiger Diorit), 225 Ad — Aufstieg vom Zirbitzkogel gegen das Scharfe Eck (wie ein feinkörniger, massiger Diorit), 255 — Rennfeld, P. 1443 (wie ein feinkörniger, dunkler Diorit). — 267 hat u. d. M. leichte Parallelstellung der Hornblenden und Anordnung derselben im Zuge. Die Gesteine 225 Aa, Ab, Ad haben u. d. M. massiges Gefüge und, obwohl sie einem Zug angehören, verschiedenen Bestand; ihre Oligoklase haben Inversion und führen Quarzeinschlüsse (Quarz fehlt sonst dem Schliff!): der Titanit hat innerhalb und außerhalb der Amphibole Insekteneierform. Diese Gesteine fallen streng unter den Begriff Plagioklasgneis bei Grubenmann. — Das Gestein 255 (aus Stiny's Quarzfeldspatamphiboliten, l. c. p. 17) hat strenge s-Anordnung. — Als Hornblendeplagioklasschiefer wird 261 von der Waldblöße beim Stüblergut bezeichnet; das feingefältelte, feinlagige Gestein hat Hornblende-Polygonalbögen, also vorkristalline Faltung.

Der Hornblendebiotitplagioklasschiefer 266 aus dem Kotgraben (Tarmannsäge) ist feinschieferig, reich an Biotit (mit schwarz-gelb-Pleochroismus) und zeigt in den Fältchen Polygonalbögen von Hornblende und Biotit, hat also vorkristalline Faltung.

Das Gestein 77 vom Kamm Brandkogel—Almhaus ist ein Hornblendeplagioklasgranatfels (bei Angel, p. 122 als Hornblendegranatgneis); 259 vom Rappolt, Westgehänge ober der Haltbauernhütte ist ein Hornblendeplagioklasgranatschiefer, ausgezeichnet durch Lagentextur aus hellen, unregelmäßigen, auskeilenden Lagen, durch große Granaten und Meroxen mit dem braunroten Pleochroismus; die Granaten haben verlegtes si; vermutlich sind die Granaten Fremdlinge, in welchem Falle das Gestein zu den Hornblendeplagioklasschiefern zu stellen wäre.

Als Hornblendeplagioklasgranatmeroxenfels ist das massige Gestein 221a vom Sattel zwischen Hochseealpe und P. 2071 zu stellen, welches den Eindruck eines Granatamphibolites macht; u. d. M. sieht man die Menge der hellen Komponenten. Die parallel gestellten Hornblenden und die hellen Gemengteile ziehen um die runden oder etwas länglichen Granaten herum. Biotit (schwarz-

Gesteinsnummer	267	261	225 A a	225 A b	225 A d	255	266	77	259	221 a	223	225 A c	81 a
Quarz	—	7,0	1,4	5,8	4,8	—	4,7	3,4	—	—	0,8	3,1	0,8
Plagioklas	44,0	35,8	30,5	38,3	40,1	44,9	29,2	34,2	29,6	24,2	30,0	23,5	26,0
Zoisit	—	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	16,5	18,1	23,4
Hornblende	44,0	38,6	54,7	35,5	43,2	51,2	36,2	41,1	36,6	33,4	49 4	51,6	49,0
Meroxen	—	6,7	6,3	9,8	—	—	23,5	—	9,1	15,0	—	—	—
Chlorit	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diopsid	—			3,1	—		—	—	—	—	—		—
Granat	—	—	—	2,2	—	—	—	21,3	18,3	18,7	—	—	—
Orthit	—	—	—	—	9,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Epidot	—	—	—	—	—	0,2	4,5			5,1	—	—	—
Rutil	3,2	0,8	0,1	—	—	1,3	1,6	—	2,7	1,6	3,3	0,1	0,8
Titanit	—	—	6,7	4,9	2,3		—	—	0,2	—	—	3,6	—
Erz	4,2	0,3	0,3	0,4	—	2,4	0,3	—	3,5	2,0	—	—	—
Turmalin	—	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

gelb-Pleochroismus) ist zum geringen Teil zwischen die Hornblendezüge eingestreut, zum größeren Teil bildet er eigene Züge mit wenig Hornblende (das Gestein ist nur ein schmaler Zug in Paragneisen).

Ein Hornblendeplagioklaszoisitschiefer ist das gefältelte, hornblendegneisartige Gestein 223 aus dem untersten Teigitschgraben, das garbenartige Amphibole hat. U. d. M. sieht man die Hornblendepolygonalbögen; die Plagioklase sind mit ganz kleinen Zoisiten erfüllt. Das Gestein macht den Eindruck eines Hornblendegneises, dessen Plagioklas zerfallen ist. — Dagegen ist 81a (bei Angel, p. 129 als Zoisitamphibolit) der Typus des Hornblendeplagioklaszoisitschiefers. Das Gestein 225 Ac stammt aus demselben Zug wie 225 Aa, Ab, Ad, vom Scharfen Eck. Es hat ausgezeichnete Lagentextur, der Wechsel von hellen und hornblendereichen Lagen bedingt den hornblendegneisartigen Habitus. Bemerkenswert ist die mineralische Komposition im Vergleich zu den massigen Hornblendeplagioklasfelsen; die Abweichung ist jedenfalls auf die Durchbewegung zu setzen — es scheint sich da selektive Metamorphose zu zeigen, welche durch kräftige Umformungen der Bewegungsbahn die nebengelegenen Gesteinspartien schützt, eine Beobachtung, die an Sedimenten und an Kristallin des öfteren gemacht wurde.

Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte".

Von **Carl Stieler.**

Mit 3 Textfiguren.

(Schluß.)

Man wird versuchen, aus dem Aussehen einer Kluft auf ihre Entstehung zu schließen. In manchen Fällen mag dies glücken, namentlich dann, wenn es sich um Verwerfungsklüfte handelt (vgl. die von Höfer, 9, angegebenen Hilfsmittel). Hier ist aber Vorsicht geboten, z. B. muß die Kraft, die eine Bewegung an der Kluft hervorgebracht hat, nicht identisch sein mit der, die die Kluft erzeugt hat. Auch ist zu bedenken, daß eine Verwerfung nur selten in dem Gestein entstanden ist, in dem man sie gerade beobachtet. Vom Aufleben alter Verwerfungen ganz abgesehen, liegt z. B. die Möglichkeit vor, daß in zwei einander überlagernden verschiedenen Gesteinen durch ein und dieselbe Kraft Gleitschichten entstehen, die verschieden angeordnet sind. In der liegenden Schicht tritt nun, einer ihrer Gleitflächen folgend, der Verschiebungsbruch ein, der sich zur Verwerfung auswächst und nun auch das Hangende in dieser Richtung durchreißt. In der oberen Schicht streicht der so entstandene Bruch anders wie die Gleitflächen, und die Gefahr liegt nahe, daß man die Gleitschichten und die Verwerfung auf verschiedene, nicht eine einzige Kraft zurückführt. Merkmale, wie Kármán (10) sie zur Unterscheidung von Verschiebungs- und

Trennungsbruch angibt, werden sich in der Natur nur selten erhalten finden, allerdings wird der Trennungsbruch meist eine rauhe, unebene Fläche aufweisen (18, 2. T., p. 40). Primär klafft sowohl der Trennungsbruch als dasjenige der Cloos'schen Systeme, das in der Druckrichtung liegt[1]. Sekundär können solche Klüfte ebensogut geschlossen wie andere geöffnet werden. Alles in allem: Man muß versuchen, aus dem Aussehen der Kluft Schlüsse auf ihre Entstehung zu ziehen, untrügliche Indikatoren aber sind, so weit wir heute wissen, noch nicht gefunden. Im Gegenteil sind alle Beobachtungen scharf auf ihre Beweiskraft zu prüfen.

In Tiefengesteinen kommen, wie schon erwähnt, Mohr'sche und Cloos'sche Flächen als Folgeerscheinung einer einzigen Beanspruchung zusammen vor. Dieses Zusammenvorkommen ist m. W. beim Experiment noch nie beobachtet worden und stellt wohl das schwierigste Problem der Klüftungsfrage dar. Ist dieses Zusammenvorkommen in der Natur auf Plutonite beschränkt, oder sind auch von Sedimentärgesteinen analoge Fälle bekannt?[2]

Beweisend wäre folgendes Bild: In einem tektonisch nur einmal, und zwar durch seitliche Druckbeanspruchung, beeinflußten Gebiet mit schiefstehenden Schichten findet sich ein Kluftsystem in der Streich-, ein anderes in der Fallrichtung der Schichten (Cloos'sches Systempaar). Außerdem kommen zwei nicht senkrecht aufeinander stehende Systeme vor, deren Winkel von den erstgenannten halbiert werden (Mohr'sches Systempaar)[3].

Ein solcher Idealfall wird sich nur schwer ausfindig machen lassen. Jedoch fand ich in der Literatur eine Angabe, in der in Kalkstein das geforderte Resultat vorhanden ist. Wenngleich die Voraussetzungen nicht so einfach liegen werden, wie es die Idealforderung verlangt, wird man den Fall doch als beweisend ansprechen dürfen.

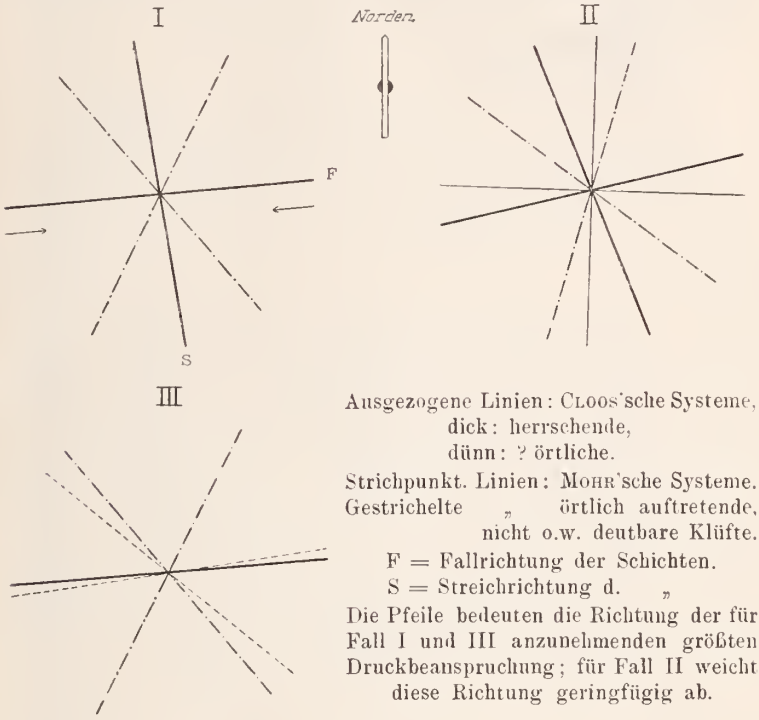
Die Schilderung des Befundes (es handelt sich um 3 Vorkommen) gibt Haag (5, p. 13) so klar, daß er hier nur ausgewertet werden muß. In Fall 2 u. 3 liegen die Schichten, da nichts anderes angegeben, wohl söhlig, in Fall 1, wie Haag ausdrücklich angibt, geneigt, und zwar so, daß das eine System des rechtwinkligen Paars in der Streich-, das andere in der Fallrichtung liegt. Durch das letztere ist die Ebene festgelegt, in der die Druckkräfte wirkten. Durch die Lage der Systeme im Raum werden auch die

[1] Da bei den Föppl'schen Versuchen (4) die Brüche in der Druckrichtung klaffen, wird man dieses Klaffen auch bei Granit nicht so sehr auf Schrumpfung als auf seitliches Ausweichen zurückführen müssen. Vgl. auch Cloos' Beispiel vom Gummiklotz (Tektonik u. Magma, p. 8).

[2] Die Arbeit von Herzog in „Cloos, Tektonik und Magma" lag mir erst bei der Korrektur vor. Seine Beispiele stützen meine Auffassung.

[3] Wurden je für sich die Cloos'schen und die Mohr'schen Systeme als gepaart bezeichnet, so wird, wenn beide Paare auf dieselbe Kraft zurückgehen, das eine als dem anderen zugeordnet bezeichnet.

Richtungen fixiert: die stärksten wie geringsten Drucks lag annähernd in der Horizontalen. Fig. 2, nach den Haag'schen Angaben gezeichnet, spricht für sich selbst. Sehr beachtenswert erscheint, daß hier ein Fall vorliegt, wo der stumpfe Winkel der Gleitflächen von der Ebene halbiert wird, in der die Richtung stärksten Drucks lag.



Ausgezogene Linien: Cloos'sche Systeme,
dick: herrschende,
dünn: ? örtliche.
Strichpunkt. Linien: Mohr'sche Systeme.
Gestrichelte „ örtlich auftretende,
nicht o.w. deutbare Klüfte.
F = Fallrichtung der Schichten.
S = Streichrichtung d. „
Die Pfeile bedeuten die Richtung der für Fall I und III anzunehmenden größten Druckbeanspruchung; für Fall II weicht diese Richtung geringfügig ab.

Fig. 2.

III. Angewandtes.

Nach dieser Feststellung erlangt eine Beobachtung erhöhte Bedeutung, die ich Sommer 1921 am Fuß der Schwäbischen Alb machte. Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Neubronner, Jura-Ölschieferwerk Holzheim, für mir in liebenswürdigster Weise gewährte Unterstützung, sowohl hinsichtlich Angaben über den Fortschritt des Abbaus wie der Anfertigung von Lichtbildern, herzlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. Hauff-Holzmaden habe ich für mir sehr wertvolle Angaben zu danken.

Der im Entstehen begriffene Bruch des Jura-Ölschieferwerks Holzheim b. Göppingen bot zu jener Zeit den Anblick wie ihn Fig. 3 (von meinem Kollegen Dr. Ebert nach einem Lichtbild gezeichnet) darstellt. Der Bruch steht im Lias ε, der Abbau wurde

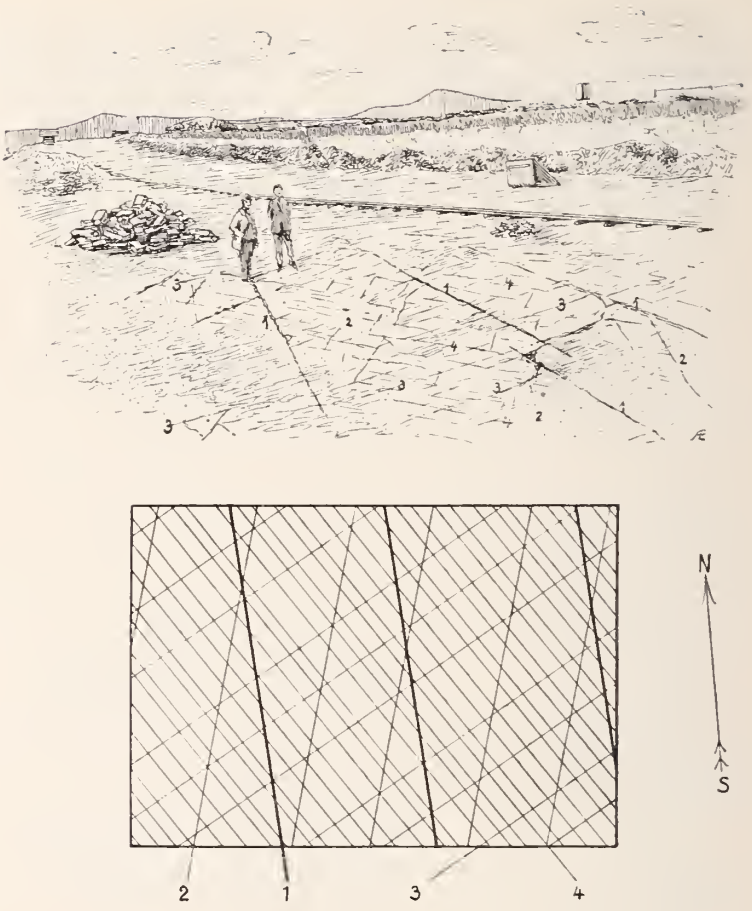


Fig. 3.

von oben mittels Baggers betrieben und fand damals sein Ende am „oberen Stein“ (vgl. 6, p. 10).

Nach liebenswürdigen Angaben von Herrn Dr. Hauff lautet das Schichtprofil wie folgt:

Verwitterungsboden	30 cm,
Pecten contrarius-Mergel	150 „
Schiefer	50 „
Kalkbank	8 „
Schiefer	30 „
Oberer Stein	15—17 „
Schiefer	15—20 „
Unterer Stein	0—15 „
Unterer Schiefer	290 „

Die Oberfläche des „oberen Steins“ erscheint durch 4 Kluftsysteme, die senkrecht auf den Schichtflächen stehen, wie ein künstlicher Plattenbelag. Die Klüfte sind wie mit dem Lineal gezogen und durchsetzen sich ohne erkennbare gegenseitige Beeinflussung.

1.	System:	Richtung	N 4 W.	Durchschn.	Abstand	der	Klüfte	2—3 m,
2.	„	„	N 15 O	„	„	„	„	1—1,5 „
3.	„	„	N 61 O	„	„	„	„	0,7 „
4.	„	„	N 34 W	„	„	„	„	0,25 „

Die Klüfte von System 1 klafften um wenige Millimeter, die von 2—4 waren geschlossen. Verheilt war keine Kluft. Dem System 3 gleichgerichtet war eine ausgezeichnete Spaltrichtung.

Außer Klüften, die einem der 4 genannten Systeme angehörten, fanden sich noch einige andere, klaffende, die auf kurze Strecken solche der Systeme benützten, dazwischen aber die „Platten“ in unregelmäßiger Flächenführung durchsetzten. Es war zu beobachten, daß an einigen dieser Klüfte der dem Tal des Weilerbachs nähere Flügel um einige Millimeter abgesunken war. Es handelt sich um Trennungsklüfte jugendlichsten Alters, bedingt durch die Lage des Bruchs am Hang des Weilerbachtals.

Über die Systeme läßt sich aussagen[1]: 3 und 4 bilden miteinander einen Winkel von annähernd 90 Grad, der von System 2 halbiert wird. Hier ist wohl kein Zweifel möglich, daß man es in den Systemen 2—4 mit gepaarten und einem zugeordneten System zu tun hat. Nur liegen die Verhältnisse nicht so eindeutig wie beim oben erwähnten Beispiel. Auf die Tatsache allein, daß der Winkel der Systeme 3 und 4 nicht genau 90 Grad beträgt, kann man nicht die Behauptung aufstellen, daß man es in ihnen mit den Mohr'schen Flächen zu tun hat[2]. Doch läßt sich verschiedenes ableiten:

1. Unter allen Umständen müssen sich die Mohr'schen Linien unter nahezu 90 Grad geschnitten haben, d. h. das heute sehr spröde Material des „oberen Steins“ muß zur Zeit der Entstehung der Klüftung zäher gewesen sein.

2. Die Klüftung ist auf horizontale Druckbeanspruchung zurückzuführen.

[1] Die Annahme, daß die Systeme Cloos'sche Flächen seien, hervorgebracht durch den Druck der auflastenden Schichten, gepaart also den Schieferungsflächen des Posidonomyen-Schiefers, muß für die Systeme 2—4 wegen der im folgenden eingehend zu besprechenden gegenseitigen Lagebeziehungen und ihrer Anordnung im Raum abgelehnt werden; aber auch für System 1 erscheint eine solche Deutung höchst unwahrscheinlich (s. sp. und 2, p. 39).

[2] Vielmehr paßt der von M. Schmidt (20, p. 64) ausgesprochene Gedanke einer Druckbeanspruchung aus SO ganz gut zu dem bei Holzheim vorliegenden Tatsachenmaterial.

3. Die Lage der Kluftflächen beweist, daß auch die Ausweichrichtung in der Horizontalen lag (vgl. Röhrer, 18, 2. T., p. 40 hinsichtlich Literatur über horizontale Rutschstreifen in Schwaben).

Leider war zu der Zeit, in der ich den Aufschluß besuchte, der Schiefer nicht aufgeschlossen. Es wäre theoretisch durchaus möglich, daß in ihm die Mohr'schen Flächen andere Winkel bilden wie in der Kalkbank[1], damit wäre geklärt, welche Flächen Mohr'sche sind. Nach liebenswürdigen Angaben der Herren Dr. Hauff und Dr. Neubronner scheinen jedoch andere Richtungen im Schiefer nicht aufzutreten. Allerdings schrieb mir Herr Dr. Hauff auch von einigen schief einfallenden Klüften, leider fehlen mir nähere Angaben. Bei Holzheim wie anderen Orts (6, p. 4, 6 u. 8. Angaben über Plattengröße von „Tafelfleins", „Fleins" und „unterem Stein") ist dagegen die Klüftung im Schiefer ungleich seltener als im Kalk. Der Unterschied ist also wesentlich nur ein quantitativer, kein qualitativer. Daraus kann man ableiten, daß die Materialbeschaffenheit von Kalk und Schiefer zu der Zeit, als die Klüftung entstand, hinsichtlich Zähigkeit dieselbe war (vgl. die oben erwähnten Angaben von Bucher, daß der Winkel der Gleitschichten unabhängig ist von der Härte wie der absoluten Größe der plastischen Deformation, die das Material zuläßt).

Zieht man dazu in Betracht, daß, wie oben erwähnt, die Ausweichmöglichkeit der Schichten zur Zeit der Kluftbildung nicht nach oben gerichtet war, so wird man die erwähnte größere Plastizität der Kalkbank nicht so sehr auf Rechnung wenig weit fortgeschrittener Diagenese, als vielmehr starken Belastungsdrucks setzen. Mit anderen Worten: es ist anzunehmen, daß zur Zeit der Kluftbildung der Weiße Jura die Holzheimer Gegend überlagerte. Man wird kaum fehlgehen, wenn man als Zeit für die Kluftentstehung spätestens das Jungtertiär annimmt.

Kluftrichtung 2 ist als der Richtung SSW—NNO angehörend zu betrachten, einer Richtung, die Hauff (6, p. 6) als die in der Gegend, wie in der benachbarten Alb, herrschende bezeichnet. Daß die mit ihr gepaarte Richtung in dem Aufschluß nicht beobachtet

[1] Verhältnisse, die vielleicht so zu deuten sind, erwähnt Müllerried (13, p. 20). Er gibt an, daß im Buntsandstein die Hauptklüftung anders streicht als im Muschelkalk. Leider ist durch die schematisierten Angaben das Bild verwischt: zeichnet man die von M. angegebenen Mittelwerte auf, so versagt der genannte Deutungsversuch. Mit Aussicht auf Erfolg kann die Untersuchung nur so durchgeführt werden, daß die Klüftung in zwei verschiedenen Gesteinen, möglichst an derselben topographischen Stelle, gemessen und verglichen wird. Dies hat Haag (5, p. 12) getan und fand tatsächlich im Dolomit andere Kluftflächen wie im Kalk; leider sind seine Angaben nicht ausführlich genug. Sobald man aber, wie M. dies tut, besonders in einem tektonisch stark gestörten Gebiet, andere Lokalitäten hinzunimmt, kommen nichtssagende, wenn nicht irreführende Mittelwerte heraus.

wurde, ist belanglos. Cloos (2) betont, was auch aus Neischl's Arbeit (14, Taf. 4) hervorgeht, daß von gepaarten Systemen nicht selten örtlich nur das eine oder das andere auftritt. Daß in der Gegend die bei Holzheim nicht beobachtete Kluftrichtung vorkommt, ist aus Hauff (6, p. 6) zu entnehmen, der angibt, daß die Hauptklüfte (System 2) rechtwinklig oder schief von Querklüften gekreuzt werden.

Daß die **Systeme 3 und 4** nicht nur lokale Erscheinungen sind, ist für die Alb seit Deffner erkannt (vgl. 20, p. 62). Von Rottweils Umgebung gibt Haag (5, p. 12) an, daß er die Richtung N 66 O, und als Querbruch N 33 W am häufigsten gemessen habe. Auch im Rhätsandstein von Pfrondorf sind, nach liebenswürdigen Angaben von Herrn Geh. Pompeckj, diese Richtungen zu beobachten. Neischl (14) zeichnet Tafel 4 die Kluftsysteme N 30 W und N 60 O, und gibt p. 26 sowie p. 31 ff. an, daß sich im ganzen Fränkischen Jura diese beiden Hauptkluftrichtungen erkennen lassen.

Obgleich nach diesen Feststellungen kaum daran zu zweifeln ist, daß das System 3 einer tektonischen Hauptrichtung angehört, sei doch die Frage diskutiert, ob man es bei Holzheim nicht als Sekundärerscheinung auffassen muß. Überlegungen in dieser Richtung dienen ja auch dem Zweck dieser Arbeit, einen Beitrag zur Frage zu liefern, was aus Klüftung geschlossen werden kann.

Man könnte den dem System 3, roh gesprochen, gleichgerichteten Verlauf des Albrandes für seine Entstehung verantwortlich machen und es als System jugendlicher Trennungsbrüche auffassen. Zerrungserscheinungen, dem Steilrand folgend, kommen heute in kleinem Ausmaß vor, und dasselbe ist für frühere Zeiten anzunehmen, als der Albrand weiter im NW lag (s. die Widerlegung Deecke'scher Ansichten durch Hennig, 7, p. 7 ff). Solche Zerrungsklüfte folgen aber naturgemäß der örtlichen, nicht der Generalrichtung des Steilrandes, und daß sie bis in den Lias reichen ist nur dort anzunehmen, wo dieser an der Bildung des Steilrandes selbst oder einer Schichtstufe teilhat oder teilhatte. Beides aber scheidet für die Holzheimer Gegend aus. Außerdem wäre die als gesetzmäßig anzusprechende Lage der Systeme 2 u. 4 zu 3 nur eine Zufallserscheinung! Will man trotzdem den Gedanken, System 3 sei bedingt durch eine Albrandlage, nicht aufgeben, so ist noch eine Möglichkeit in Betracht zu ziehen. Am Steilrand wie seinem Fuß können plastische Schichten ausgequetscht werden, weil durch die Erosion einseitige Druckentlastung, verbunden mit Ausweichmöglichkeit, geschaffen wird. Derartige Ausquetschungen kommen vor, ich habe beim Bahnbau Spaichingen—Gosheim (Württ.) mich von ihrem Vorhandensein überzeugen können. Theoretisch wäre denkbar, daß beim Ausquetschen plastischer Schichten eine zwischengeschaltete Kalkbank — genügend große Reibung vorausgesetzt — gezerrt und schließlich zerrissen würde. Aber auch dieser Erklärungsversuch versagt, denn Ausquetschungserscheinungen müßten im

Posidonomyen-Schiefer deutlich erkennbar sein, sie fehlen aber. Außerdem widerspricht das Aussehen der Klüfte des Systems 3 diesen Deutungen. Die Anordnung der Kluftflächen verbietet auch, wie schon erwähnt, die Annahme, daß der Belastungsdruck genügt habe um die Klüftung zu erzeugen, nachdem durch die Erosion Ausweichmöglichkeit geschaffen war. Die jeweiligen Gegengründe bleiben auch vollinhaltlich gegen die Annahmen bestehen, Ausweichmöglichkeit oder Zerrungserscheinungen seien mit dem Entstehen der „Neckarlinie“ in Zusammenhang zu bringen. Auch ist ein Ausweichen von Schichten, die südöstlich dieser Linie liegen, gegen sie nach den Feststellungen von Hennig (7, p. 8 ff.) bestenfalls in ganz unbedeutendem Maß, meist überhaupt nicht, möglich gewesen. Damit erscheint mir das, was sich als Begründung für die Annahme, System 3 sei sekundär entstanden, sagen läßt, widerlegt. Besteht zwischen der Richtung des Albtraufs, der Neckarlinie, und dem System 3 überhaupt ein Zusammenhang, so ist jedenfalls das Kluftsystem nicht eine Sekundärerscheinung im Gefolge einer der erstgenannten. Für wahrscheinlich halte ich, daß alle drei letzten Endes auf eine und dieselbe Kraft zurückgehen.

Eine andere Stellung ist dem **Kluftsystem 1**, wie schon erwähnt dem einzigen System, dessen Klüfte klaffen, zuzuweisen. Es gehört nicht zu den einander zugeordneten Systempaaren und wird daher auch auf andere Ursachen zurückgehen. Um Zerrungsklüfte, in jugendlicher Zeit entstanden und bedingt durch das ihnen hier gleichgerichtete Weilertal, kann es sich nicht handeln. Als so entstanden sind die oben genannten Klüfte von unregelmäßigem Verlauf zu deuten. Diese beweisen, daß die Ausgangsstellen von Bewegungen an den Talhängen nicht in der Kalkbank lagen, daß anderswo Trennungsbrüche entstanden die weiterrissen und auch die Kalkbank, unter nur streckenweiser Benützung älterer Klüfte, durchsetzten. Daraus aber läßt sich ableiten, daß weder die Entstehung des Systems 1 auf solche rein örtlichen Bewegungen zurückgeht, noch auch das gleichmäßig schwache Klaffen seiner Klüfte.

Betrachtet man das Entwässerungsnetz eines größeren Gebiets um Holzheim herum (Blatt Göppingen, und besonders Bl. Gmünd der Geogn. Karte von Württemberg 1 : 50000), so fällt in die Augen, daß der Nordrichtung mit kleiner Abweichung nach W beherrschende Bedeutung zukommt. Damit aber drängt sich der Schluß auf, Kluftrichtung 1 ist nicht eine Sekundärerscheinung, hervorgerufen durch das Weilertal, sondern umgekehrt, der Wassererosion war hier wie andern Orts durch Kluftrichtung 1 der Weg vorgezeichnet (vgl. 19).

Auch in System 1 spricht sich eine tektonische Richtung aus, und es mag erwähnt werden, daß Reich (15) im Uracher Vulkangebiet, und darüber nach N hinaus, eine Verwerfung in dieser Richtung beobachtet hat. Auf das Auftreten derselben Richtung

im Hegau wird mein Kollege Dr. Reck näher eingehen. Zur Erklärung dieses Systems kann man an ein Zerbrechen der Schichttafel infolge Aufwölbung der Juraplatte (7, p. 16 ff.) denken, also an Trennungsbrüche im Gefolge von Beanspruchung auf Biegung; Richtung wie Erscheinungsform der Klüfte legt aber die Vermutung näher, daß es sich um eine Folgeerscheinung alpinen Schubs handelt. Dies um so mehr, als nach Kranz (11, p. XXXII) die Ost-Westrichtung (die System 1 gepaarte) eine bevorzugte tektonische Richtung ist. Auch das von Cloos (2) aufgestellte Postulat, daß Klüfte in der Druckrichtung klaffen, trifft hier zu (s. o.). Schließt man sich dem Gedanken an, Richtung 1 sei durch Druckbeanspruchung der Vorlandschollen infolge alpinen Schubs entstanden, so sind seine offenen Klüfte als Beweis zu betrachten, daß es das jüngste der 4 Systeme ist. Daraus erklärt sich auch ungezwungen, warum keines der anderen klafft. Diese Überlegungen decken sich hinsichtlich der relativen Altersstellung mit Ergebnissen, zu denen Müllerried (13) an anderem Ort gelangt ist. In Klüften, die in der Hauptrichtung N 5 W streichen, sieht er solche wahrscheinlich pliocänen Alters (p. 28) und stellt sie anderen Systemen gegenüber, die als im Oligocän entstanden aufgefaßt werden. Kranz (11, p. XXXVII) dagegen nimmt zwar die Entstehung von Ost-West-Störungen (gepaarte Richtung zu System 1) als vielleicht tertiär an, sieht aber in NW-Brüchen und ihren Gegenklüften posthumes Erwachen alter Brüche süddeutschen Landes. Die letztgenannten Richtungen betrachtet er als in der Anlage zwar bedeutend älter, im Auftreten in mesozoischen und känozoischen Schichten aber als im allgemeinen jugendlicher wie das Ost-West-System.

IV. Schluß.

Weit bin ich davon entfernt zu glauben, daß man in der Frage, was aus Klüftung auf tektonische Kräfte geschlossen werden kann, über die allerersten Anfänge hinaus sei. Nochmals sei darauf hingewiesen, daß das Zusammenvorkommen Mohr'scher und Cloos'scher Systeme in der Natur, ja selbst die Entstehungsbedingungen der letzteren, wie noch so manches andere, Probleme bergen. Glückt es hier Klarheit zu schaffen, glückt es ferner, die einzelnen Systeme aus sich heraus einwandfrei zu deuten, so wird der Makro- in der Mikrotektonik eine wichtige Hilfswissenschaft erstehen.

Klüfte sind sehr feine Indikatoren für tektonische Kräfte — nicht nur die Hauptrichtung, auch örtlich bedingte Änderungen der Kraftrichtung werden durch sie registriert, wie Bucher (1, 1. T. p. 721 ff.) an einem lehrreichen Beispiel aus der Natur nachweist — diese feinen Indikatoren nutzbar zu machen, erscheint eine lohnende Aufgabe künftiger Forschung.

Berlin, im Juli 1922.

Über die Systematik einiger fossiler Cerviden.

Von Dr. **Max Hilzheimer,**
Direktor der naturwissensch. Abt. des Märkischen Museums, Berlin.

1. *Cervus pardinensis* Croizet et Jobert.

In den „Grundzügen der Paläontologie" von Karl A. Zittel, Auflage von 1911, schreibt M. Schlosser p. 494: „Der Gattungsname *Cervus* sollte nur mehr für nicht näher bestimmbare Hirschreste Anwendung finden, die besser erhaltenen fossilen lassen sich meist ziemlich ungezwungen unter die folgenden Subgenera verteilen." Als solche werden dann angeführt: *Capreolus, Furcifer, Axis, Rusa, Elaphus* usw. Aber die dort getroffene Zustellung des in Fig. 689 abgebildeten 6-Enders[1] zu *Axis* kann den Zoologen nicht befriedigen. Schon Heck hatte im „Tierreich" p. 817 sich über diese von Zittel in seinem „Handbuch" versuchte Zustellung mit einer gewissen Skepsis geäußert. Dann hatte Sallac (Zentralblatt für das gesamte Forstwesen, 39. Jahrg., 1913, p. 165—167) eine schärfere Kritik geübt. Er hatte unter dem Hinweis, daß bei *Axis* „die Mittelsprosse auf der Innenseite der Geweihstange eingefügt und nach hinten und innen (bei *Axis ceylonensis* nur nach innen) gerichtet" sei, meiner Meinung nach mit Recht mit aller Schärfe ausgesprochen, daß die in Rede stehende oberpliocäne Abwurfstange von *Cervus pradinensis* Croizet et Jobert niemals zu *Axis* H. Sm. gestellt werden könne. Dagegen wies er auf die Ähnlichkeit hin, welche sie mit der Gattung *Rusa* H. Smith hat, indem nämlich bei ihr, ebenso wie bei dem fossilen Stück, die Mittelsprosse vorne an der Stange eingelenkt ist und nach vorne zeigt. Und zwar fand er speziell eine ziemlich genaue Übereinstimmung mit dem Javahirsch *Rusa [Hippelaphus] hippelaphus* Cuv., bei dem das hintere Ende der Endgabel länger ist als die vordere Gabelzinke. Zweifellos ist Sallac im Recht. Es besteht eine sehr große Übereinstimmung des Geweihes aus dem Oberpliocän der Auvergne mit dem des Javahirsches. Aber wir werden äußerst vorsichtig in der Auswertung dieser Tatsache werden müssen, wenn wir uns vor Augen halten, daß die Geweihbildung bei *Rusa* keineswegs immer so gleichmäßig ist. So sagt die ausgezeichnete Kennerin der indischen Sechser-Hirsche E. Mohr (Arch. f. Naturgesch. 84. Jahrg. 1918 [1920] p. 125) vom Geweih des vorderindischen *Rusa unicolor* Bechst., es „zeigt eine Augensprosse von mindestens $\frac{1}{3}$ Stangenlänge und teilt sich oben in eine Gabel. Mitunter sind beide Enden

[1] Die Bezeichnung 6-Ender, Sechser-Hirsche usw. kommt von der Zählung der Spitzen des Geweihes her. Man pflegt, wie das auch hier geschieht, die Enden des Geweihes einer Seite zu zählen, und dann, da zwei Stangen vorhanden sind, mit zwei zu multiplizieren. Ein Sechser-Hirsch hat also ein Geweih, dessen eine Seite 3 Enden, ein Achter, dessen eine Seite 4 Enden hat usw.

gleich lang; sonst ist meistens die Mittelsprosse nach außen und vorne gerichtet. Oft ist das Geweih unsymmetrisch. Dann ist an der einen Stange die Mittelsprosse nach vorne und außen, an der anderen nach hinten und innen gerichtet.“ Das wäre eine bemerkenswerte Variabilität. Ich glaube aber, sie erscheint in der Schilderung größer als sie ist. Ihre scheinbare Größe hängt nämlich von der Art und Weise ab, wie man den Aufbau des Geweihes der Sechser-Hirsche auffaßt. Sallac und, wie es scheint, auch Mohr stehen bewußt oder unbewußt unter der bei den deutschen Zoologen herrschenden Ansicht, daß die Sprossen der Geweihe der verschiedenen Hirscharten homologisiert werden können. Diese Ansicht ist, soviel ich sehe, von Hoffmann, Rörig u. a. begründet worden. Diese Forscher gingen vom Geweih des Edelhirsches aus. Und da sie bei dem Edelhirsch und den in diesen Kreis gehörigen Hirschen wie Wapiti, Maral und Verwandte stets die 3 untersten Sprossen Augensprosse, Eissprosse und Mittelsprosse mit großer Regelmäßigkeit auftreten sahen, so glaubten sie, müßten sich auch bei anderen Hirschen Homologa dieser Sprossen finden. So konnte die Ansicht entstehen, daß z. B. beim Reh die Augensprosse fehle, die untere vorhandene der Mittelsprosse entspreche, daß beim Renntier die Mittelsprosse infolge einer Drehung des Geweihes nach hinten schaue, und daß schließlich bei den indischen Sechser-Hirschen die Mittelsprosse bald nach hinten (*Axis* und einzelne Stangen von *Rusa unicolor*) bald nach vorn (die Mehrzahl der Stangen von *Rusa unicolor* und *R. hippelaphus*) gerichtet sind.

Diese Auffassung hat als stillschweigende, allerdings meines Wissens niemals scharf ausgesprochene Voraussetzung die, daß die Stammesgeschichte der Hirsche geradlinig verlaufen sei, d. h. daß alle mehrendigen Hirsche monophyletisch von einer einzigen Spießerart, alle sechsendigen von einer einzigen Gablerart, alle achtendigen von einer einzigen Sechserart monophyletisch entstanden seien. Eine solche Ansicht hat aber wenig Wahrscheinlichkeit. Vielmehr müssen wir auch bei der Geweihentwicklung verschiedene voneinander unabhängige Zweige im Stammbaum der Hirsche annehmen. Der eine sind die amerikanischen Cerviden und das Reh mit dichotom verzweigtem Geweih ohne Augensproß, ein anderer die altweltlichen Hirsche (einschließlich Wapiti). Diese beiden Zweige haben auch noch andere anatomische Merkmale gemein, so haben die Angehörigen des ersten telemetacarpalen Fußbau, hohen, das hintere knöcherne Nasenloch teilenden Vomer und langballige Klauenform, die des letzteren plesiometacarpalen Fußbau, niedrigen Vomer und langballige Klauenform. Der altweltliche Zweig mit Augensprosse scheint sich dann wieder gespalten zu haben im Hirsche mit einem Hauptstamm des Geweihes, von dem sich Sprossen abzweigten (Sikahirsche, Edelhirsche), und in solche, bei denen der Stamm über der Augensprosse sich derart dichotom gabelte, daß beide Gabelenden gleichwertig waren. Das äußerte sich darin, daß sich

beide Gabelenden wieder weiter gabelten (*Rucervus* Hodgs.). Hierzu scheinen auch die indischen Sechser-Hirsche zu gehören. Es kommt nämlich bei *Rusa unicolor* gar nicht so selten vor, daß er mehr Enden bekommt. Nun geschieht diese Weiterbildung, wenn es sich um normale, nicht durch einen Krankheitsprozeß verursachte neue Enden handelt, nicht etwa in der Weise, daß vorn über dem bisherigen mittleren Ende ein neues Ende hinzukommt, wie es geschehen müßte, wenn sich das Geweih in der Richtung des Edelhirschgeweihes weiterentwickeln würde, sondern in der Weise, daß das vordere Ende sich gabelt. Einen solchen Fall bildet Mohr (l. c.) ab. Erhält das Geweih noch ein weiteres (5.) Ende, so gabelt sich das hintere Gabelende (vgl. Bentham, An illustrated Catalogue of the Asiatic Horns and Antlers in the Collection of the Indian Museum. Calcutta 1908. p. 75, Fig. 17). Es geht also die Weiterbildung über die Sechserstufe hinaus ganz die gleichen Wege wie bei dem (dichotomen) Rehgeweih. Nach dem erwähnten Katalog kommen noch höhere Endenzahlen vor (2 unter 44 Fällen, davon einer mit 5×6, der zweite mit 9×7 Enden). Ich vermag aber über diese nichts auszusagen, da ich sie nicht kenne. Die normalen 8- und 10endigen Geweihe zeigen eine auffällige Übereinstimmung mit denen von *Rucervus Schomburgki*. Diese Tatsache ist Mohr nicht entgangen. Aber sie zog keine weiteren Schlüsse daraus. Und doch liegt meines Erachtens der Schluß nahe, daß wir das Geweih des Sambars nicht definieren dürfen als aus Augensprosse, Mittelsprosse und Stangenende bestehend, sondern wir müssen sagen, wie ich dies auch in der neuen Auflage von Brehm's Tierleben andeutete, wenn auch nicht so scharf ausdrückte, das Sambargeweih wie das der indischen Sechser-Hirsche überhaupt besteht aus Stange mit Augensprosse und Endgabel.

Bei der Endgabel ist entweder das vordere Ende länger (Untergattung *Axis* H. Sm., einzeln *Rusa unicolor* wie *Rusa* u. *equina* Cuv.) oder beide Gabelzinken sind annähernd gleich lang (Untergattung *Hyelaphus* Sundevall, ebenfalls einzeln *Rusa unicolor*) oder das hintere Ende ist länger (Mehrzahl von *Rusa unicolor* und alle *Rusa hippelaphus*). Von diesem Standpunkt aus erscheint die von Sallac in die Diskussion geworfene Frage nach der Stellung des Endes der Sechser-Hirsche, das über der Augensprosse abzweigt, gegenstandslos. Wir müssen freilich anerkennen, daß das in Rede stehende oberpliocäne Hirschgeweih nicht zu *Axis* gestellt werden kann. Wir pflegen heute die indischen Sechser-Hirsche als eine Gattung *Rusa* mit drei Untergattungen *Hyelaphus*, *Axis* und *Rusa* anzusehen. *Axis* hat nun außer dem kürzeren Hinterzinken der Endgabel eine bogenförmig, aufwärtsgekrümmte Augensprosse, die in sehr offenem Winkel auf die Stange stößt und unmittelbar über der Rose abzweigt. Bei *Cervus pardinensis* ist die Augensprosse kurz, gerade, bildet einen spitzen Winkel mit der Stange und zweigt verhältnismäßig hoch über der Rose ab. In Form und Winkelbildung besitzt

auch die Augensprosse von *Cervus pardinensis* eine große Ähnlichkeit mit *Rusa hippelaphus*, freilich auch mit *Hyelaphus porcinus*, von welchem sie jedoch die Form der Endgabel trennt.

Alles in allem müssen wir also Sallac Recht geben darin, daß die als *Cervus pardinensis* von Schlosser abgebildete Geweihstange am meisten von allen lebenden Hirschgeweihen Ähnlichkeit mit dem des Javahirsches besitzt. Aber trotzdem finde ich einen wichtigen Unterschied nicht nur gegen das Geweih des Javahirsches, sondern gegen das aller *Rusa*-Hirsche überhaupt mit Ausnahme vielleicht von *Hyelaphus*. Bei diesen zweigt nämlich die Augensprosse unmittelbar über der Rose ab, bei *C. pardinensis* aber ähnlich wie bei *Hyelaphus* erst ein ganzes Stück oberhalb der Rose. Das ist aber ein wichtiger Unterschied. Nämlich bei jungen Exemplaren der Edelhirsche, die etwa auf der Gabler- oder Sechser-Stufe stehen, zweigt die Augensprosse ähnlich hoch und in ähnlich spitzem Winkel ab wie bei dem oberpliocänen Geweih aus der Auvergne. Da auch beim jungen Edelhirsch das hintere Gabelende das längere ist, ist also mit ihm die Ähnlichkeit noch größer als mit dem Javahirsch. Man darf aber hier den Vergleich, was wichtig ist, nur mit einem Jugendstadium des Edelhirschgeweihes ziehen, da bei den älteren Stadien die Augensprosse tiefer und ihr Winkel zur Stange offener wird. Es kann nun aber auch nicht etwa behauptet werden, *Cervus pardinensis* ist ein jugendliches Edelhirschgeweih. Sondern es liegt hier lediglich eine Abwurfstange vor mit Jugendmerkmalen. Der Begriff Jugendmerkmale ist hier zweideutig und deshalb mit Absicht gewählt worden. Es sind nämlich zwei Möglichkeiten denkbar, entweder liegt die Abwurfstange eines jugendlichen Exemplars vor, das in einem späteren Altersstadium mehr Sprossen bekommen hat. Und wir kennen aus dem Pliocän vielsprossige Geweihe wie *Cervus Perrieri* und *issiodorensis*, *Tetraceros*, *Polycladus*, *Procervus Alex.*, der gar aus dem Unterpliocän stammt, und es im Alter zu einem mehrendigen Schaufelgeweih brachte. Die andere Möglichkeit ist aber die, daß das Jugendmerkmal der hochangesetzten Augensprosse ein Vorfahrenstadium, also gewissermaßen ein stammesgeschichtliches Jugendmerkmal ist. Nun kann man aber einem Sechser-Geweih nie ansehen, nach welcher Richtung es sich weiterentwickelt. Das geht aus meinen vorstehenden Ausführungen hervor. Die indischen Sechser-Hirsche hätte man, rein äußerlich morphologisch betrachtet, als Vorfahrenstufen für die Edelhirsche ansehen können, was auch geschehen ist. Aber die Weiterentwicklung, wie wir sie gelegentlich beim Sambar finden, zeigt, daß dies unmöglich ist, daß es sich bei ihnen um Geweihe handelt, die sich nach einem ganz anderen Gesetz verästeln, nämlich nach dem der Dichotomie. Ihre Weiterentwicklung führt also auf Hirsche vom Geweihbau der Gattung *Rucervus* Hodgs., so daß sie folglich auch nicht als Vorfahrenstadien für die Edelhirsche in Betracht kommen. Wollen wir also scharf charakterisieren, so dürfen wir nur sagen: *Cervus par-*

dinensis Croizet et Jobert ist ein Sechser-Geweih mit Jugendmerkmalen, von dem sich nicht feststellen läßt, ob es in die stammesgeschichtlich zu *Elaphus* oder zu *Rusa* führende Linie gehört.

Mit dieser wenig befriedigenden Definition brauchen wir uns aber nicht zu beruhigen. Boyd Dawkins (The Quarterly Journal of the Geological Society of London. 34. Bd. 1878) und Depéret (Bull. de la soc. Géol. de France. 3. Sér. 12. T. 1883/84) beschreiben und bilden noch andere pliocäne Hirsche aus den gleichen Schichten des Mont Perrier und der Auvergne ab. Unter diesen befinden sich zwei 8-Ender (Fig. 3 u. 4), die von Boyd Dawkins als *Cervus Perrieri* Croizet et Jobert bezw. *C. issiodorensis* Croizet bezeichnet werden. Sie beide haben Augensprosse, darüber eine Sprosse und eine Endgabel, bei der beide Gabelenden gleich lang sind. Bei *C. Perrieri* biegt sich die Stange über der oberen Sprosse nach rückwärts, bei *C. issiodorensis* steigt sie gerade auf mit einer schwachen Neigung nach vorwärts. Jeder, der Hirschgeweihe kennt, wird hierin kaum irgend einen tiefgreifenden Unterschied sehen. Bei *C. Perrieri* steht die Augensprosse hoch und in spitzem Winkel wie bei *C. pardinensis*, bei *C. issiodorensis* steht sie unmittelbar über der Rose, zweigt in einen rechten oder vielleicht noch etwas offeneren Winkel von der Stange ab und krümmt sich im Bogen nach oben. Auch das braucht kein Artunterschied zu sein, sondern kann ein Altersunterschied sein, der völlig im Einklang mit dem steht, was uns heute noch die Geweihentwicklung an ein und demselben Hirschindividuum zeigt. Es würde dann *C. Perrieri* ein jüngeres Stadium von *C. issiodorensis* sein. Und bei der gleichen Form und Stellung der Augensprosse scheint es mir wahrscheinlich, daß beide Achter-Stufen zu dem Sechser *C. pardinensis* gehören. Die Fig. 5 (*pardinensis*), 3 (*Perrieri*) und 4 (*issiodorensis*) bilden zusammen eine sehr schöne Entwicklungsfolge, und Boyd Dawkins selbst hat ihre Zusammengehörigkeit schon erwogen.

Gehören sie aber zusammen, dann gehört *C. pardinensis* nicht in die zu *Rusa* bezw. *Axis* führende Linie der Hirsche (denn dann müßte sich bei Weiterbildung über die 6-Stufe hinaus zunächst die obere Sprosse gabeln), sondern in die zu *Elaphus* und *Pseudaxis* gehörende Reihe und darf nicht mehr als Beweis des Vorkommens von *Rusa* bezw. *Axis* im Miocän oder Pliocän Europas angeführt werden.

Auch andere 6endige eben daher stammende Geweihe, die als *C. etueriarum* Croizet et Jobert von den beiden genannten Autoren beschrieben werden, können diesen Beweis nicht liefern. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß die Stangen über der Augensprosse doppellyraförmig geschweift sind. Sie verhalten sich zu *C. pardinensis* also wie *Axis* zu *Rusa*, wie Boyd Dawkins mit Recht ausführt. Bei der gleichen Form und Stellung der Augensprosse ist wohl auch eine Verwandtschaft mit *C. pardinensis* anzunehmen. Es handelt sich wohl bloß um eine Unterart davon.

Von Depéret ist ferner noch *C. borbonicus* Depéret = *cylindricornis* Bravard zu *Axis* gestellt worden. Wohl mit Unrecht, da die erste vordere Sprosse (Augensprosse?) sehr hoch über der Rose sitzt. Über ihr ist die Stange bogenförmig nach rückwärts und vorwärts gekrümmt. Die gleiche Stellung der vorderen Sprosse (bis 14 cm über der Rose) und Krümmung der Stange zeigen die von Depéret zur Untergattung *Polycladus* gestellten vielendigen *C. ardeus* Croizet und *C. ramosus*. Vermutlich bilden beide nur eine Art, von der das 6endige in Rede stehende Geweih nur ein Jugendstadium ist.

Es würden also bei kritischer Sichtung die vielen Arten pliocäner europäischer Hirsche sehr zusammenschmelzen. Wir werden später sehen, daß auch *C. cusanus, neschersensis* und *buladensis* wahrscheinlich nur eine Art bilden, so daß 3—4 Arten übrig bleiben würden. Hierzu käme noch als selbständige Art *Cervus tetraceros* Bravard aus dem Pliocän von Peyrolles in Puy de Dôme mit bis zu 10 Enden, dessen Geweih fast wie ein verkürztes Wapitigeweih aussieht, dem der mittlere Teil der Stange mit Eis- und Mittelsprosse fehlt. Übrigens möchte ich auch hier das 10endige Geweih Fig. 17 für jünger halten als das nur 8endige Fig. 16 im Gegensatz zu Boyd Dawkins, weil bei letzterem die Augensprosse tiefer und in einem offeneren Winkel zur Stange steht. Die Zahl der Enden kann für die Altersbestimmung nicht maßgebend sein. (Schluß folgt.)

Besprechungen.

H. Schneiderhöhn: Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht. Gr.-8°. 292 p. mit 154 Abbildungen im Text und einem Anhang „Bestimmungstabellen". Selbstverlag der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute E. V. Berlin 1922.

Durch dieses Werk wird eine bisher in der Deutschen Literatur vorhandene Lücke in glänzender Weise ausgefüllt; man wird es nach seiner Bedeutung etwa der ersten Auflage von Rosenbusch's Mikroskopischer Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien an die Seite stellen dürfen. Wie da schon vorher gelegentlich Mineralien mikroskopisch untersucht waren, so hat es auch bei uns an mikroskopischer Untersuchung von Erzen nicht völlig gefehlt, aber eine systematische Anleitung dazu gab es nicht. Hiermit beschenkt uns Verf. durch das vorliegende, aufs beste ausgestattete Werk. Es kann sich hier nur darum handeln, auf den Inhalt hinzuweisen, auf Einzelheiten einzugehen verbietet der Raum.

Nach einem allgemeinen Überblick werden zuerst die Instrumente zur mikroskopischen Erzuntersuchung beschrieben, besonders ein Erzmikroskop für auffallendes Licht mit seinen Nebenapparaten. Es folgen Abschnitte über Untersuchung von Auf-

bereitungsprodukten aller Art mit Lupe und binokularem Aufbereitungsmikroskop, Bestimmungen im durchfallenden Licht nach bekannten Methoden, sodann der wichtige, viel Neues bringende Abschnitt über Anfertigung von Anschliffen undurchsichtiger Erze, dem die Untersuchung von Erzanschliffen im auffallenden gewöhnlichen Licht, die Chalkographische Untersuchung folgt. Vorausgeschickt wird hier ein von Berek verfaßter Abschnitt über die Grundlagen für die Bestimmung der Mineralien nach den optischen Erscheinungen, welche sie im senkrecht reflektierten gewöhnlichen und linear polarisiertem Licht darbieten. Zur Untersuchung wird die Ätzung der Erzanschliffe weitgehend herangezogen und auch von ihrem noch wenig erforschten Verhalten im auffallenden polarisierten Licht Gebrauch gemacht. Der Schluß des Allgemeinen Teils enthält Hinweise auf die Anfertigung von Zeichnungen und Mikrophotographien, sowie die Projektion mikroskopischer Präparate.

Der spezielle Teil behandelt die Kennzeichen der wichtigsten Erze und Gangarten bei der mikroskopischen Untersuchung von Anschliffen im auffallenden Licht und enthält fast ausschließlich die Ergebnisse eigener Untersuchungen und somit sehr viel Neues. Bei jedem Mineral wird neben seiner chemischen Formel und dem Kristallsystem angegeben: Polierfähigkeit und Beschaffenheit der Anschliffläche. Härte. Spaltbarkeit. Reflexionsvermögen und Farbe der Anschliffe in Luft. Farbzeichen nach Ostwald unter Benutzung von dessen Farbtonleitern, von denen damit in unserer Wissenschaft zum erstenmal zur Bestimmung von Mineralien Gebrauch gemacht wird. Verhalten im polarisierten Licht. Ätzverhalten. Innere Beschaffenheit der Individuen, namentlich Ätzspaltbarkeit, Lamellen und Zwillingsverwachsung, Zonarstruktur und Deformation, Einschlüsse u. dergl. Gefüge der Aggregate. Erkennung und Unterscheidung. Angabe der untersuchten Fundpunkte.

Die Beschreibungen werden wesentlich unterstützt durch Beigabe vieler ganz ausgezeichneter Mikrophotographien. Bei ihrer Durchsicht erkennt man erst recht die Vorzüge der neuen Methode und ahnt ihre große Bedeutung und Entwicklungsfähigkeit in der Zukunft; ganz neue wissenschaftlich und technisch wichtige Arbeitsgebiete werden da erschlossen.

Die beigegebenen 14 Tabellen bringen zunächt die Brechungsexponenten von Einbettungsflüssigkeiten, unter denen für höhere Lichtbrechung ($n > 1{,}9$) Schwefel-Selenschmelzen (1,998—2,92) besonders empfohlen werden. In den Bestimmungstabellen sind zuerst die Mineralien nach den optischen Eigenschaften durchsichtiger Erze und Gangarten nach steigender Höhe der Lichtbrechung geordnet (wie bei Larsen, dies. CBl. 1922. p. 623, dessen Werk erst nach Drucklegung dieses zu uns gekommen ist); in andern Tabellen sind die Erze und Gangarten nach ihrer Härtestufe, nach ihrer Farbe und ihren Farbzeichen nach Ostwald, nach Ätzspaltbarkeit und anderen Eigenschaften geordnet, die letzte

bringt eine Übersicht über Zwillinge und Zwillingslamellen der Erze, welche in geätzten Anschliffen sichtbar werden.

Aus diesen wenigen Angaben wird man den ungemein reichen Inhalt dieses wichtigen Werkes erkennen. **R. Brauns.**

Miscellanea.

Deutsche Mineralogische Gesellschaft. Die 8. Jahresversammlung fand vom 14.—16. September d. J. in Leipzig statt. Trotz der Ungunst der Zeiten war sie von etwa 125 Teilnehmern besucht, unter denen wir viele Fachgenossen aus dem befreundeten Ausland zu begrüßen die Freude hatten. Die wissenschaftlichen Vorträge behandelten vorzugsweise die röntgenographischen Untersuchungsmethoden und -ergebnisse der Kristalle, ein Forschungsgebiet, das in dem hierfür mit allen neuzeitlichen Hilfsmitteln glänzend ausgestatteten Institut für Mineralogie der Universität Leipzig eine besondere Arbeitsstätte gefunden hat; sodann die Probleme der magmatischen Differentiation und chalkographische Untersuchungsmethoden. Hierzu war von der Firma Leitz ein für chalkographische Untersuchungen besonders gebautes Mikroskop aufgestellt, das die von Herrn Schneiderhöhn vorgelegten Erzanschliffe im auffallenden Lichte jedem Einzelnen zu betrachten gestattete. Es traf sich, daß gerade an diesem Tag das in dies. Centralbl. 1922, p. 717 besprochene Werk von Schneiderhöhn erschienen war und vorgelegt werden konnte.

Die Sitzungen wurden eröffnet durch einen von Herrn Johnsen-Berlin gesprochenen Nachruf auf Th. Liebisch. Die erste Vortragsgruppe wurde von Herrn Rinne eröffnet mit einem Vortrag Über physikalisch-chemische Grundlagen der Kristallkonstitution. Es folgten auf diesem Gebiete: R. Gross-Greifswald: Röntgenographische Untersuchung der Vizinalflächen. — Schiebold-Leipzig: Erfahrungen über röntgenographische Drehspektrogramme. — Grimm-München: Kristallchemie und Ionenbau. — Stintzing-Gießen demonstriert einige von ihm aufgestellte zerlegbare Raumgittermodelle. — Am Abend fand eine Besichtigung der röntgenographischen Abteilung des Instituts für Mineralogie statt, bei der weitere kurze Vorträge gehalten wurden. Eine Sammlung röntgenographischer Aufnahmen war ausgestellt.

Die zweite Vortragsgruppe eröffnete Milch-Breslau: Übersicht der Differentiationserscheinungen. Es folgten: Becke-Wien: Differentiationserscheinungen beim Zentralgneis der Hohen Tauern. — Goldschmidt-Kristiania: Stammestypen der Eruptivgesteine. — Kaiser-München: Differentiations- und Assimilationserscheinungen an den Syeniten der südlichen Namib in Südwestafrika. — Lehmann-Halle: Differentiationsvorgänge in Natronmagmen. — Erdmannsdörffer-Hannover: Differentiation und Erzgangfüllung im Harz. — Beger-Tübingen: Die Bildung des lamprophyrischen Magmas in der Lausitz und im Odenwald als Prüfstein für die Bowen'sche Differentiationstheorie. — Mieleitner-München: Die chemischen Verhältnisse der

Pegmatite des ostbayerischen Grenzgebietes. — Schwantke-Marburg: Anzeichen der Mitwirkung flüchtiger Komponenten bei der Differentiation und Kristallisation eruptiver Schmelzen. — Eitel-Königsberg: $CaCO_3$—Ca_2SiO_4 als Beispiel kontaktmetamorpher Systeme.

Außerhalb dieser beiden Gruppen wurden in Abwechslung mit den aufgeführten die folgenden Vorträge gehalten: Schneiderhöhn-Gießen: Die Erforschung der Natur- und Stabilitätsverhältnisse der undurchsichtigen Erzmineralien mit Hilfe der chalkographischen Methodik. — Kalb-Berlin: Die Bedeutung der Schleifhärte der Mineralien bei erzmikroskopischen Untersuchungen. Erzmikroskopische Untersuchungen des Allemontit. — Rose-Göttingen: Dispersion der Doppelbrechung in isomorphen Reihen. — Spangenberg-Jena: Die Lichtbrechung der Alkalihalogenide mit Na Cl-Struktur. — Kunitz-Halle: Die optischen Eigenschaften der Mineralien der Glimmergruppe. — Mügge-Göttingen: Das Verhalten von Schwefel und Quarz bei hohen Temperaturen und Drucken. — Frau N. Gross-Greifswald: Die Kernzahl als Funktion von Volumen, Zeit und Unterkühlung von Schmelzen. — R. Gross-Greifswald: Sind die Kristallwachstumserscheinungen aus den Auflösungserscheinungen durch Umkehr des Vorzeichens abzuleiten? — Steinmetz-München: Die Kristallform des Eises. Die Tschermak'sche Regel und Werner'sche Komplexverbindung. — Maucher-München: Partialorientierte Kristallgruppen (mit Ausstellung). — Becke-Wien: Demonstration einer Grau- und Farbstellung bei Interferenzbildern zweiachsiger Kristalle. — Berek-Wetzlar: Über eine Vereinfachung der Fedorow'schen Universalmethode. — Huth-Wetzlar: Demonstration neuer auf photographischem Wege hergestellter farbiger Karten-Diapositive. — Rinne-Leipzig: Einführung in das Gebiet der Exkursionen ins Granulitgebirge.

An die Vorträge schlossen sich ausgedehnte, inhaltreiche Diskussionen, bei denen Niggli-Zürich sich immer an erster Stelle beteiligte.

Autoreferate über einzelne Vorträge werden im N. Jahrb. erscheinen.

Diese für drei Sitzungstage ungemein umfangreiche Tagesordnung konnte nur durch äußerste Ausnutzung der Zeit erledigt werden; so dauerten die Sitzungen mit kurzen Pausen von 9 Uhr vormittags bis 11 Uhr abends.

Am Sonntag schloß sich daran eine Wanderung in das westliche Randgebiet des Granulitgebirges unter Führung von Rinne, am Montag eine Wanderung in das östliche Randgebiet unter Führung von Scheumann-Leipzig.

Die nächste Versammlung soll in der zweiten Hälfte des August in Gießen stattfinden, zum Geschäftsführer wurde Herr Prof. Schneiderhöhn bestimmt.

Im Laufe des nächsten Jahres soll ein weiterer Band (VIII) der „Fortschritte" herausgegeben werden, deren Schriftleitung wieder Herr Prof. Johnsen übernommen hat. Die Zahl der Mitglieder hat sich im verflossenen Jahre in erfreulicher Weise um nahezu 100 vermehrt.

R. Brauns.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über isotrop gewordene Kristalle.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Inhaltsübersicht.

I. Historisches und Problemstellung p. 722—727.
1. Die Eigenschaften isotropisierter Kristalle p. 722.
2. Schwierigkeit ihrer Erklärung, Vergleich mit unterkühlten Gläsern p. 723, Brögger's Auffassung p. 724.
3. Die Radioaktivität als Ursache p. 725.

II. Das optische Verhalten des Gadolinit p. 727—735.
1. Untersuchungsmaterial und Methode p. 727.
2. Erhitzungsversuche p. 728.
3. Zusammenfassung des optischen Verhaltens p. 732, seine Deutung p. 733, etwaige Kreuzprobe p. 734.

III. α-Strahlen als Ursache der Isotropisierung p. 735—739.
1. Mechanische Wirkungen der Kanal- und α-Strahlen p. 735.
2. Keimwirkung p. 736.
3. Dichte-Änderungen und Sprengwirkungen p. 736, Erhitzungsversuch unter großem Druck p. 739.

IV. Art des Zustandes isotropisierter Kristalle p. 753—757.
1. Dispersion ungeordneter Teilchen in geordnetem System p. 753.
2. Röntgen-Untersuchung p. 754.
3. Vergleich mit unterkühlten Gläsern p. 756.

V. Paragenese und Bildungsverhältnisse isotropisierter Kristalle p. 757—765.
1. Isotrop-Werden bei andern radioaktiven Mineralen p. 757, Zirkon p. 758, Eudialyt p. 759, Orthit p. 759, Homilit p. 760, Titanit p. 760, Apatit p. 760, Xenotim und Monazit p. 761, Fergusonit p. 761, Euxenitgruppe, Uranpecherz und Thorianit p. 762.
2. Gleichzeitiger Gehalt an radioaktiven Stoffen und seltenen Erden p. 762, Erklärung? p. 763.
3. Alter der isotropisierten Minerale und Bildungstemperatur p. 763, Kristallisations- und Zerfallsgeschwindigkeit p. 764, Beständigkeit radioaktiver Kristalle p. 764.

Schluß. Druck und α-Strahlung p. 765.

Seit langer Zeit[1] kennt man unter den Mineralien, die durch einen Gehalt an seltenen Erden ausgezeichnet sind, eine große Anzahl, die trotz sehr regelmäßiger (und nicht regulärer) Kristallform optisch isotrop sind. Es gehören dahin Gadolinit, Orthit, Mosandrit, Fergusonit, Euxenit, Samarskit, Äschynit, Zirkon u. a. Von manchen dieser Minerale ist auch eine doppelbrechende Modifikation mit der ihrer Form entsprechenden optischen Anisotropie bekannt, aber auch bei diesen schwankt die Stärke der Doppelbrechung auffallend stark, ohne daß dies durch einen Wechsel der chemischen Zusammensetzung hinreichend begründet werden könnte. Ähnliches gilt von der Färbung. Alle diese Unterschiede können auch in demselben, geometrisch einheitlichen Kristall sich bemerklich machen. Anscheinend gehören auch reguläre Minerale hierher, z. B. Pyrochlor, allerdings könnte hier der Nachweis der Isotropisierung nur aus anderen Eigenschaften, z. B. der Spaltbarkeit usw. geführt werden. Diese sind nun bisher, z. T. wohl wegen der Kostbarkeit des Materials, nur wenig untersucht, auch scheinen die meisten auch im nicht-isotropen Zustand wenig gut zu spalten; immerhin ist es charakteristisch, daß alle die isotropen muschlig wie Harz oder Glas brechen.

Wie die Stärke der Doppelbrechung, schwankt auch die Dichte innerhalb weiter Grenzen und zwar ist sie für die isotropen Modifikationen fast bei allen kleiner als für die doppelbrechenden (Ausnahmen Fergusonit, Samarskit, Zirkon z. T.).

Die chemische Zusammensetzung ist, mindestens in vielen Fällen, für die isotropen und anisotropen Kristalle merklich dieselbe, so daß bei ihnen keine Veranlassung vorliegt, von ersteren etwa anzunehmen, sie seien chemisch zersetzt, zumal es auch dann auffallend bleiben würde, daß als Zersetzungsprodukte fast immer so einheitliche, vielfach ganz klare und zugleich isotrope Massen entstanden wären. Die chemische Widerstandsfähigkeit gegen Säuren etc. ist dagegen bei den meisten isotropen gegenüber den kristallinen merklich vermindert.

Das Rätselhafteste an diesen Kristallen war aber nicht ihre Fähigkeit solch vollkommene Paramorphosen von größter Homogenität und mit ganz glatten Flächen zu bilden, sondern ihre Fähigkeit, aus diesem Zustande durch Erhitzen wieder in den kristallinen Zustand, und zwar mit der ihrer Form entsprechenden physikalischen Orientierung, entsprechender Änderung der Dichte und der chemischen Angreifbarkeit zurückzukehren. Es mutet das den Kristallographen an wie die Auferweckung eines Toten. Um

[1] Literatur bei W. Petersson, Studier öfver Gadolinit. Diss. Upsala, Stockholm 1890 (Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1893. I. -240-); ferner Liebisch, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin. 14. IV. 1920. p. 350.

so auffallender ist es, wie wenige Versuche unternommen sind, dieses sonderbare Verhalten aufzuklären [1].

Am nächsten liegt es, das Wieder-Kristallinwerden mit dem Verhalten unterkühlter Gläser zu vergleichen, zumal es wie bei ihnen mit Wärmeabgabe verbunden ist, die sich bei manchen bis zum Erglühen steigert („pyrognomische" Minerale). Weil hier die Form in großer Schärfe erhalten ist, müßte man allerdings annehmen, daß diesen Substanzen dieselbe Eigenschaft zukommt wie gewissen Silikaten (Spodumen, Albit, Orthoklas [2]), die imstande sind bei Erhitzung bis weit über ihren „Schmelzpunkt" (d. i. Umwandlungspunkt in die isotrope Phase) ihre Form zu bewahren, also bei ihrer Schmelztemperatur äußerst strengflüssig zu sein. Von diesen Gläsern weiß man ja, daß sie, z. T. unter nachweisbarer Wärme-Entwicklung, wieder kristallin werden, wenn sie hinreichend lange auf einer Temperatur wenig unterhalb ihres Schmelzpunktes gehalten werden. Aber abgesehen davon, daß die Annahme, gerade den oben genannten komme die sonst bei Mineralen immerhin seltene Fähigkeit zu, aus dem kristallinen in den festen isotropen Zustand überzugehen, machen sich gegenüber dem Verhalten des Albit usw. doch erhebliche Unterschiede geltend:

1. Der Übergang in die kristalline Phase erfolgt bei diesen Gläsern durchaus unstetig. Die zuerst erscheinenden sehr kleinen Kristalle haben dieselben optischen Eigenschaften, insbesondere dieselbe Stärke der Doppelbrechung wie die größeren. Bei Gadolinit dagegen konnte festgestellt werden [3], daß die Doppelbrechung ganz allmählich wiederkehrt, zuerst ganz schwach ist und zwar zugleich so, daß nach nicht zu langem Erhitzen sich in dem sonst einheitlichen Schliffe Teile mit der normalen starken Doppelbrechung bis zu solchen mit der Doppelbrechung Null im Zusammenhang miteinander beobachten lassen.

2. Das Kristallinwerden erfolgt bei unsern Kristallen z. T. sehr schnell (in Bruchteilen einer Minute bei hinreichend hoher Temperatur und bei jenen, welche erglimmen, scheint es dem Fortschreiten des Glimmens zu entsprechen). Bei der gewöhnlichen Entglasung ist dagegen (wenigstens bei Silikaten, und um solche handelt es sich hier hauptsächlich) stunden- oder tagelange Erhitzung erforderlich und zwar auf eine Temperatur, die nur wenig unter dem Schmelzpunkt liegt (bei Gadolinit 700—800 darunter!) [4].

[1] Über einige ältere Versuche vgl. Hintze, Handb. d. Min. II. 187.

[2] Schmilzt nach Bowen's neuer Untersuchung inkongruent.

[3] O. Mügge, dies Centralbl. 1908. 36.

[4] Bei Metallen (Pt, Rh) liegen allerdings Angaben vor, wonach kleine Mengen bei starker Unterkühlung (bis um 370°) flüssig bleiben und dann unter Aufblitzen plötzlich kristallisieren (Mendenhall und Ingersoll, Naturw. Rundschau 1908 238); bei Au Unterkühlung angeblich bis unter Rotglut; vgl. auch Gore's explosives Antimon.

3. Im Falle der Kristallisation einer gewöhnlichen unterkühlten Schmelze entstehen darin (auch wenn sie nur einerlei Kristalle liefert) im allgemeinen zahllose Keime von ganz verschiedener Orientierung; das Ergebnis ist also ein Aggregat. In unserem Falle dagegen entsteht aus einem isotrop gewordenen Kristall wieder ein einheitlicher Kristall, wie man daraus schließen muß, daß die Auslöschung in allen Teilen gleichzeitig erfolgt, zugleich in jener Orientierung, die durch die etwa noch erhaltene Form gefordert wird.

4. Aber selbst wenn man annehmen wollte, daß die isotrop gewordenen Kristalle durch Schmelzung in diesen Zustand gekommen wären, bliebe es noch rätselhaft, wie sie so hoch hätten erhitzt werden können und woher die Wärme dazu gekommen wäre. Das Schmelzintervall des Gadolinit liegt nach den Messungen von Liebisch (l. c.) bei etwa 1410°, so daß anzunehmen ist, daß bei seinem Schmelzen auch die ihn umgebenden Minerale geschmolzen wären; davon ist aber keine Spur, vielmehr lassen Druckspuren auf festen Zustand schließen (vgl. unten p. 736)[1]. In der Natur, wo die Abkühlung zweifellos nur eine ganz allmähliche hätte sein können, wäre auch wohl sicher keine Erstarrung zu Glas eingetreten, wie denn auch Liebisch bei seinen Versuchen mit Gadolinit trotz schneller Abkühlung ein Glas mit einem Aggregat doppelbrechender Nädelchen erhielt.

Brögger[2] nannte unsere Minerale „metamikt“ und sah die Ursache für das Isotropwerden in „einer geringeren Stabilität so komplizierter Kristallmoleküle, wie sie unsere Minerale besitzen“. Das letztere trifft nun zwar für manche zu, indessen gibt es einerseits zahlreiche Silikate von noch erheblich verwickelterer Zusammensetzung, die gleichwohl keine Neigung zeigen isotrop zu werden, andererseits gehören zu den metamikten auch Kristalle von so einfachem Typus wie Zirkon (und zwar auch solche, deren Gehalt an seltenen Erden sehr gering ist).

Nun ist zwar an Kristallen von relativ einfacher Zusammensetzung ebenfalls schon ein Zerfall beobachtet, wenn sie nämlich, wie es bei unseren vielfach der Fall sein dürfte, bei hoher Temperatur entstanden sind und diese nun langsam sinkt[3], und namentlich ist es bekannt, daß die Entmischung von bei hoher Temperatur gebildeten Mischkristallen zu Gemengen von der Art der Kryptoperthite führen kann, für die es denkbar, wenn auch, soviel mir bekannt, nicht beobachtet ist, daß sie pseudoisotrop erscheinen,

[1] Anhaltspunkte dafür, daß der Druck eine Erniedrigung des Schmelzpunktes herbeigeführt hätte, fehlen.

[2] Nach dem kurzen Referat in Zeitschr. f. Krist. 25. 427. 1896, das mir allein zur Verfügung steht.

[3] vgl. z. B. Karandéeff, dies. Centralbl. 1909. 728 (Zerfall von K_2SO_4. KF bei 578°) und die dort angeführte Literatur.

wenn nämlich die Zerfallskomponenten äußerst fein verteilt und nicht, wie bei den Perthiten kristallographisch einheitlich, sondern regellos angeordnet sind.

Vor allem aber: solcher Zerfall bei höherer Temperatur entstandener Verbindungen und solche Entmischungen gehen von selbst, d. h. bei sinkender Temperatur unter Wärmeentwicklung vor sich, während bei unsern Mineralen, wie das Erglimmen beim Erhitzen und die Messungen von Liebisch zeigen, gerade die Wieder-Vermischung oder Wieder-Verbindung mit Wärmeentwicklung verbunden sein würde. Schon aus diesem Grunde müßte die obige Annahme verlassen werden.

Indem Brögger versuchte die sonderbaren Eigenschaften unserer Kristalle mit ihrer chemischen Besonderheit zu verknüpfen, sah er letztere wohl wesentlich in dem Gehalt an seltenen Erden, der ja an sich in der Tat sehr auffallend und schwerlich zufällig ist. Aber man kannte zu jener Zeit noch nicht die wunderbaren Eigenschaften der radioaktiven Stoffe, welche die seltenen Erden fast überall und so auch hier begleiten; sie geben auch hier, wie es scheint, den Schlüssel.

Von den Eigenschaften der radioaktiven Stoffe ist bisher namentlich ihre Fähigkeit Färbungen hervorzurufen für die Mineralogie von Bedeutung geworden, indessen hat schon Michel-Lévy[1] festgestellt, daß in den pleochroitischen Höfen auch die Stärke der Doppelbrechung verändert ist[2]. Daß auch Änderungen der Kohäsion durch die α-Strahlung bewirkt werden, scheint mir namentlich daraus hervorzugehen, daß die zahlreichen Sprünge, welche um die Kerne der Höfe in Hornblenden oft entstehen (vgl. unten p. 734) nicht ihrer Spaltung folgen[3]; daß diese in Biotitblättchen sehr häufig kreisrund längs der Peripherie des Hofes verlaufen und also zeigen, daß die in den Schlag-, Druck- und Biegungsfiguren zum Ausdruck kommenden feineren Unterschiede der Kohäsion in (001) nicht mehr vorhanden sind, wenn auch die höchst vollkommene Spaltung nach (001) noch nicht merklich gelitten hat (man sieht an isolierten Blättchen öfter die Spaltflächen in mehreren Stufen innerhalb desselben Hofes auftreten). Endlich sei daran schon hier erinnert, daß nach Petersson (l. c.) in dem durch Glühen wieder kristallin gewordenen Gadolinit von Hitterö nun deutliche Spaltung nach (100) und (001) zu sehen war.

[1] Michel-Lévy, Compt. rend. **109** 975. 1889.

[2] Diese Änderungen sind z. T sehr beträchtlich, wie die Messungen von Hövermann (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **34**. 1912) gezeigt haben.

[3] Höchst feine, wahrscheinlich auf Zwillingslamellierung beruhende Streifen // (001) mancher grüner Hornblenden in kristallinen Schiefern gehen allerdings ohne jede Änderung durch die Höfe hindurch (sie könnten älter sein als der Hof, würden es sicher sein, wenn sie pseudomorphosiertem Augit entsprechen).

Eine noch tiefer gehende Einwirkung verrät sich in den „Zersetzungshöfen“ [1]. Sie finden sich fast nur in solchen Gesteinen, in denen die pleochroitischen Höfe besonders intensiv sind, so im Biotit des Granits von Rautenkranz i. Erzgeb., im Li-Glimmer des Granits von Pinge Geyer i. S., dann namentlich in manchen Cordieriten, seltener auch in Hornblende und Granat (z. B. Querbach i. Schles.). Um den radioaktiven Kern liegt hier zunächst eine völlig oder nahezu kreisrunde Zone, in der Regel ungefähr vom Durchmesser der gewöhnlichen Höfe und kleiner, die von einer krümeligen oder doch etwas trüben Substanz erfüllt ist, die den Eindruck eines Zersetzungsproduktes des Wirtminerals macht und anscheinend kolloid ist (im Li-Glimmer von Pinge ist darin aber violetter Flußspat erkennbar!): Erst jenseits dieser Zersetzungszone beginnt der farbige Hof, und zwar zuweilen erst mit einer schmalen heller gefärbten Zone, nach außen wird dann die Färbung schnell meist sehr intensiv. Die Einwendungen von Hövermann (l. c. p. 392) gegen die Auffassung dieser Zone als Zersetzungshöfe sind m. E. nicht stichhaltig; chemische Wirkungen radioaktiver Strahlungen sind vielfach beobachtet; hier hat vielleicht zunächst eine Zerstäubung der Wirtsubstanz stattgefunden, so daß das (später) entstehende Zersetzungsprodukt besonders leicht kolloide Form annehmen konnte. In dieses Kolloid wanderten nun die radioaktiven Stoffe z. T. hinein und strahlten von hier aus weiter in das Wirtmineral. Der Gesamtdurchmesser dieser Höfe ist daher meist größer als der der bloß farbigen. Der Umstand, daß derartige Höfe meist um besonders große radioaktive Kerne mit sehr intensiven pleochroitischen Höfen sich finden, scheint darauf hinzuweisen, daß die maximale optische Wirkung hier erreicht war und nun also weitergehende Störungen eintreten konnten. Ich bin in dieser Auffassung noch bestärkt durch die Ansicht von Joly [2] und Gudden [3], wonach anzunehmen ist, daß die α-Wirkung sich in den pleochroitischen Höfen keineswegs auf die Abgabe von Helium an den Wirt beschränkt.

Wenn nun aber radioaktive Stoffe so starke Wirkungen auf ihre Umgebung ausüben, muß man annehmen, daß sie auch in dem Kristallgebäude, in dem sie selbst Platz gefunden haben, Veränderungen und Zerstörungen hervorrufen. So ist denn auch Schetelig [4] der Meinung, die ungewöhnliche Frische der von ihm untersuchten Monazite von Mölland könne im Zusammenhang stehen mit ihrem relativ geringen Gehalt an radioaktiven Stoffen. Dann hat Strutt [5] darauf hingewiesen, daß radioaktiver, durch Erhitzen (z. B. durch Einschluß in Lava) entfärbter Zirkon sich möglicherweise durch

[1] O. Mügge, l. c. p. 115.
[2] Joly, Phil. Mag. (6.) 19. 330. 1910.
[3] Gudden, Diss Göttingen 1919. p. 10
[4] Schetelig, nach dem Ref. im N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. II. -41-.
[5] Strutt, Proc. Roy. Soc. London. A 89. 405. 1914.

seine eigene Strahlung wieder färbe, endlich hat Hamberg[1] bei Gelegenheit eines allgemeinen Berichtes über „Die radioaktiven Substanzen und die geologische Forschung" die Vermutung ausgesprochen, daß der isotrope Zustand unserer Minerale in radioaktiven Vorgängen seinen Grund haben könnte, „vielleicht ist der Übergang in den amorphen Zustand nur als eine noch kräftigere Einwirkung der α-Strahlung anzusehen". Auch Rutherford[2] hat ja schon die Wärmeentwicklung des Radiums als Resultat des Bombardements des Ra durch seine eigenen α-Partikeln aufgefaßt.

Im folgenden sollen nun weitere Gründe, die auf eine solche Selbstzerrüttung der Kristalle mit radioaktiven Stoffen hinweisen, dargelegt und der eigentümliche Zustand, in welchem sie sich befinden, etwas näher untersucht werden, und obwohl ich mich dabei fast ganz auf den Gadolinit als das fast allein hier vorhandene Material beschränken muß, mögen doch auch einige Bemerkungen und Beobachtungen über andere Minerale dieser Art Platz finden, da sie die auch geologische Bedeutung dieser Vorgänge beleuchten.

II. Das optische Verhalten des Gadolinit.

Aus den früheren Beobachtungen von Petersson (l. c.) sei zunächst daran erinnert, daß der grüne, noch anisotrope Gadolinit von Hitterö nur 0,39 % ThO_2 enthielt und auch jener von Ytterby, der völlig isotrop war und lebhaft verglimmte, nur 0,41 %. Petersson fand bis zu 0,88 % ThO_2, während in den Analysen Tschernik's[3] z. T. nur Spuren, z. T. gar kein Thorium angegeben wird. Analoges ist indessen auch bei anderen Mineralen der Fall, deren Radioaktivität im allgemeinen nicht zweifelhaft ist, und bei denen die Doppelbrechung für gewisse Vorkommen gleichwohl bis auf Null sinkt, wie z. B. Zirkon. Jedenfalls äußert sich die radioaktive Wirkung bei manchen isotropen Gadoliniten auch durch starke pleochroitische Säume da, wo sie mit empfindlichen Mineralen, z. B. Biotit, in Berührung sind (Ytterby).

Da mir gut begrenzte Kristalle von isotropisiertem Gadolinit nicht zur Verfügung standen, wurden zu den folgenden Versuchen Schliffstückchen unbekannter kristallographischer Orientierung benutzt. Ein Teil des Materials (von unbekanntem Fundort, identisch mit dem von mir l. c. 1908 benutzten) stammt aus der Sammlung

---

[1] Hamberg, Geol. Fören. Stockholm Förhandl. 36. 35. 1914. Ich bin auf diesen Aufsatz, der mir gerade während des Kriegsausbruchs zugegangen war, erst vor einigen Wochen wieder aufmerksam geworden; er war mir zur Zeit, wo ich auf der Mineralogen-Versammlung in Göttingen über isotrop gewordene Kristalle sprach, noch nicht bekannt.

[2] Rutherford, Radioaktive Umwandlungen. (Deutsch von Levin.) p. 255. 1907.

[3] G. Tschernik, N. Jahrb. f. Min. etc. 1907. II. -361-.

des Mineralogischen Institutes in Königsberg; für seine freundliche Überlassung möchte ich auch hier Herrn Kollegen Eitel bestens danken. Die (beiderseits möglichst gut polierten) Dünnschliffe waren stets von zahlreichen Sprüngen durchzogen, so daß zu den Erhitzungsversuchen immer nur kleine Stückchen verwendet werden konnten. Sie sind krautgrün durchsichtig, an den meisten Stellen völlig isotrop, zeigen aber längs Einschlüssen von Biotit und Feldspat einen doppelbrechenden Saum [1] von einer Breite bis zu etwa $\frac{1}{3}$ Reichweite der Höfe (ca. 0,01 mm); dieser Saum ist zugleich etwas gelblicher, nicht merklich pleochroitisch, hat aber höhere Brechung als der isotrope Hauptteil. Ganz ähnliche Säume zeigen sich um zahlreiche kleine Einschlüsse undurchsichtiger Substanz, deren Natur nicht festgestellt werden konnte; um punktförmige Einschlüsse sind sie annähernd kreisförmig, aber nicht so regelmäßig wie die pleochroitischen Höfe, auch in ihren Dimensionen weniger genau zu ermitteln, da die Grenze zu den isotropen Teilen öfter schräg zur Oberfläche einfällt. Alle diese doppelbrechenden Teile löschen merklich gleichzeitig aus, obwohl sie in der Stärke der Doppelbrechung sehr variieren, und zwar so, daß im allgemeinen die dem Einschluß oder Nachbarmineral nächsten Teile die höchsten Interferenzfarben haben. Im konvergenten Licht ist, soweit erkennbar, die Interferenzerscheinung der Art nach überall dieselbe, Zahl und Breite der Ringe allerdings wechselnd. In den nicht isotropen Teilen zeigte sich auch, wie schon von Petersson u. a. angegeben, die Stärke der Doppelbrechung in rahmenförmig einander umgebenden Zonen wechselnd; die Auslöschung auch hier überall merklich gleichzeitig. Daneben wurden allerdings auch (seltener) unregelmäßig begrenzte Teile mit verschiedener Stärke und verschiedener Orientierung der Doppelbrechung beobachtet, wie das an derbem Material zu erwarten ist, es scheinen auch chemisch zersetzte Partien darunter zu sein.

Verhalten des Gadolinit beim Erhitzen.

Es wurden eine Reihe von Dünnschliffen des Gadolinit im elektrischen Ofen bestimmte Zeit auf bestimmte Temperatur erhitzt. Da Versuche gezeigt hatten, daß die Schliffe dabei z. T. bräunlich wurden und vermutet wurde, daß Oxydation die Ursache sein könne, wurden die Schliffe in ein Quarzglasrohr eingeschlossen, aus dem vor jedem Versuch die Luft durch getrocknete und von Sauerstoff befreite Kohlensäure verdrängt und durch welches während des Versuchs Kohlensäure geleitet wurde. Der Ofen wurde für den Versuch auf die gewünschte Temperatur gebracht und nun das Quarzglasrohr mit dem Schliff schnell eingeführt; der dadurch herbeigeführte Temperatursturz von ca. 50° war meist schon nach 1—2′ wieder ausgeglichen und ist bei Angabe der Erhitzungs-

[1] Solche werden auch schon von Petersson von Ytterby erwähnt.

temperatur und -dauer nicht weiter berücksichtigt[1]. Die Abkühlung nach Schluß der Erhitzung geschah möglichst schnell. Die Stärke der Doppelbrechung nach der Erhitzung wurde womöglich mit Babinet-Kompensator im Na-Licht gemessen; ihr Wert ist im folgenden als Bb nur in Trommelteilen des Kompensators angegeben, da ihr absoluter Wert bei der unbekannten kristallographischen Orientierung des Schliffes gleichgültig erscheint. Da den Schliffen kristallographische Umrisse fehlten, konnte die optische Orientierung jedesmal nur in bezug auf die Verbindungslinie gewisser Ecken des Schliffes und ähnlich bestimmt werden.

Es zeigte sich, daß auch Blättchen die aus demselben kleinen Stückchen geschnitten waren sich nicht gleich verhielten, daß namentlich der Beginn der optischen Änderungen nicht immer bei derselben Temperatur eintrat, weshalb einige Versuche näher beschrieben werden sollen.

1. (Königsberger S.) Isotrop bis auf schmale Adern, die anscheinend längs Sprüngen verlaufen.

I. 33′ auf 762—788°. Nahezu gleichmäßig und stark doppelbrechend geworden. Auslöschung (nach Art und Richtung) merklich dieselbe wie vor der Erhitzung in den Adern. Bb = 942—956. Nur an einer Stelle optisch etwas abweichende, in einzelne Pünktchen aufgelöste Streifen. Auch im konvergenten Licht überall dasselbe Bild in merklich gleicher Orientierung. Farbe aus grün etwas in braun verändert.

II. Nochmals 30′ in demselben Temperaturintervall gehalten, keine merkliche Änderung.

2. (Königsberger S.) Beschaffenheit wie vorher. Der Schliff wurde 11mal erhitzt.

I. 30′ auf 483—524°. Die doppelbrechenden Adern sind zahlreicher und etwas breiter geworden; Auslöschung und Stärke der Doppelbrechung wie zu Anfang in den Adern.

II. 33′ auf 504—554°. Keine merkliche Änderung.

III. 33′ auf 675—691°. Doppelbrechende Adern etwas breiter, Doppelbrechung wenig verstärkt, im konvergenten Licht Spuren einer optischen Achse. Farbe etwas bräunlicher.

IV. 31′ auf 689—704°. Es sind einige etwas stärker doppelbrechende Flecken entstanden, sonst wie vorher.

V. 30′ auf 730—756°. Das ganze Blättchen jetzt einheitlich und fast gleichmäßig stark doppelbrechend, auch nach Lage und Art der Interferenzerscheinung. Um die optische Achse der erste Ring noch nicht deutlich zu erkennen. Bb = 290—306.

[1] Die Temperatur konnte mangels geeigneter Widerstände nur innerhalb gewisser Bereiche bis auf einige Grad konstant erhalten werden, innerhalb anderer waren größere Schwankungen nicht zu vermeiden.

VI. 41′ auf 743—760°. Auslöschung und Interferenzbild wie vorher, Doppelbrechung verstärkt, erster Ring um die optische Achse sehr deutlich. Bb = 451. Schwacher Pleochroismus, // c′ graugelbbraun, // a′ tiefer und reiner gelb.

VII. 31′ auf 749—761°. Keine merkliche Änderung; Bb = 460—466.

VIII. 34′ auf 801—819°. Die Doppelbrechung namentlich in einigen Randteilen weiter verstärkt. Bb = 503 (Mittel). Um die optische Achse sind zwei isochromatische Ringe zu erkennen.

IX. 30′ auf 909—917°. Bb = 556, sonst wie vorher.

X. 30′ auf 1025—1034°. Auslöschung und Interferenzbild nicht merklich geändert. Bb = 560.

XI. 40′ auf 1169—1190°. Keine merkliche Verstärkung der Doppelbrechung mehr; Auslöschungsrichtung wegen Zerbrechen des Blättchens nicht mehr bestimmbar. Farbe heller, licht graugrün.

3. (Königsberger S.) Von demselben Stückchen wie vorher; es ist schon zu Anfang eine etwas größere schwach doppelbrechende Stelle vorhanden.

I. 22′ auf 530—604°. Von zahlreichen Sprüngen aus hat die Durchaderung mit doppelbrechenden Teilen begonnen. Auslöschung und Interferenzbild wie vor dem Erhitzen.

II. 34′ auf 741—750°. Jetzt überall doppelbrechend; Auslöschung wie zu Anfang; um die optische Achse sind jetzt zwei isochromatische Ringe sichtbar. Messung mit Babinet wegen zahlreicher Sprünge unmöglich.

4. (Königsberger S.) Das Blättchen enthält nur einige unregelmäßige schmale Bänder mit schwacher Doppelbrechung, die gleichzeitig auslöschen und das Bild einer spitzen oder stumpfen Bisektrix erkennen lassen. Isochromatische Kurven noch nicht sichtbar; Doppelbrechung schwach (grauweiß bis gelbweiß I. Ordnung).

I. 19′ auf 603—609°. Es sind zahlreiche doppelbrechende, feine Streifchen hinzugekommen. Auslöschung und Doppelbrechung wie vorher. Interferenzfigur wie vorher, aber deutlicher.

II. 29′ auf 754—759°. Das ganze Stück jetzt doppelbrechend. Auslöschung wie vorher, Doppelbrechung, auch im Hauptteil etwas schwankend, Bb = 364—446. Außerdem sind jetzt aber zahlreiche viel schwächer doppelbrechende gradlinige, vor der Erhitzung unsichtbare Streifen zu sehen, die zwischen gekreuzten Nicols wie Zwillingslamellen erscheinen, es aber nicht sind, da sie durchaus gleichzeitig mit dem Hauptteil auslöschen, während ihre Doppelbrechung zwischen ganz niedrigen Werten und dem des Hauptteils schwankt. Sie sind auch an ihrer etwas abweichenden Färbung und Brechung zu erkennen. Da sie (nach Beobachtung in anderen Schliffen) gleichzeitig nach mehreren Richtungen in demselben Schliff verlaufen können, z. T. auch etwas krummlinig und konzentrisch,

können sie wohl nur Anwachsschichten vorstellen, die in der Regeneration z. T. zurückgeblieben sind.

III. 30′ auf 1060—1070°. Optische Orientierung im parallelen und konvergenten Licht wie vorher, Doppelbrechung verstärkt. Bb = 577 (max.), Bb = 469 (min.). Bemerkenswert ist, daß die scheinbaren Zwillingslamellen jetzt wieder verschwunden sind; in der Hellstellung zwischen gekreuzten Nicols unterscheiden sie sich gar nicht mehr vom Hauptteil, nahe der Auslöschungsstellung sind von ihnen nur noch ganz schwache Spuren eben zu erkennen, aber auch jetzt nicht durch abweichende Auslöschungsrichtung, sondern durch sehr wenig abweichende Stärke der Doppelbrechung. Daraus ergibt sich, daß diese Anwachsschichten nicht solche der gewöhnlichen Art sind, in denen die chemische Zusammensetzung eine merklich andere ist als sonst; es sind nur Schichten, die merklich ungleich optisch beeinflußt waren.

5a—c. (Königsberger S.) Von demselben Stückchen wurden jedesmal 3 Schliffe (a—c) gleichzeitig erhitzt, die nach drei zueinander annähernd senkrechten Richtungen hergestellt waren, in der Absicht, das Verhalten in möglichst verschiedenen Richtungen kennen zu lernen. Sie waren so dick gelassen, als es die Rücksicht auf hinreichende Durchsichtigkeit gestattete, um die Erscheinungen im konvergenten Licht näher untersuchen zu können, was dann allerdings durch die zahlreichen, beim Erhitzen entstehenden Sprünge doch verhindert wurde. Sie zeigten neben tiefgrünen, noch völlig isotropen Teilen in demselben Schliffe auch größere Partien mit einheitlicher Doppelbrechung, die sich z. T. unregelmäßig eckig von den isotropen abgrenzten. Ihre Doppelbrechung war allerdings so schwach, daß sie erst bei sehr greller Beleuchtung merkbar wurde; daneben waren zahlreiche feine doppelbrechende Adern vorhanden; alle löschten gleichzeitig aus.

I. 70′ auf 600—608°. In allen dreien hatte sich Doppelbrechung längs vieler neuer Adern und in größern Flecken eingestellt, ohne daß aber die Doppelbrechung in den schon zu Anfang schwach doppelbrechenden Teilen merklich höher geworden wäre.

II. 37′ auf 636—688°. Doppelbrechende Flecken etwas erweitert, Interferenzfarbe etwas höher, namentlich aber sind an den Stellen, wo schon vor dem Erhitzen sehr schwache Doppelbrechung zu erkennen war, jetzt untereinander parallele Streifen verschieden starker Doppelbrechung sichtbar geworden.

III. 30′ auf 731—736°. Der eine Schliff zeigte jetzt zahlreiche kleine Aufwölbungen und Pusteln mit vielen Sprüngen dazwischen (was bei vielen andern gleich nach der ersten Erhitzung die optische Untersuchung verhindert hatte); Doppelbrechung beträchtlich gestiegen, aber immer noch waren einzelne merklich isotrope Stellen vorhanden. Am zweiten Schliff zeigten sich jetzt Parallelstreifen von sehr ungleicher Doppelbrechung, aber gleich-

zeitiger Auslöschung; sie verliefen nach vier Richtungen, durchkreuzten sich nicht, lagen z. T. rahmenartig ineinander, setzten scharf aneinander ab, also wohl Anwachsstreifen.

6. (Königsberger S.) Ein im Platintiegel etwa ½ Stunde auf lebhafter Rotglut erhaltener Schliff (anfangs isotrop) zeigte danach auffallend große Unterschiede der Doppelbrechung, nämlich in der Mitte nur Grau I. Ordn., Bb = 69, am Rande Bb = 451; beide Gebiete gehen allmählich ineinander über, Auslöschungsrichtung überall dieselbe.

7. Ytterby. (Göttinger S.) Der Schliff zeigte schon vor dem Erhitzen größere schwach doppelbrechende und kleinere stärker doppelbrechende Teile in überwiegend isotroper Masse. Es genügte schon eine Erhitzung von 3′ auf nur 400°, um größere Teile merklich stärker doppelbrechend zu machen; nach 3′ auf 550° trat schon Rotorange I. Ordn. auf, nach weiteren 5′ auf 650° schon Violettrot, daneben waren aber immer noch nahezu oder völlig isotrope Teile vorhanden. 5′ auf 700° änderte nicht wesentlich, erst nach 10′ auf 820° waren alle Teile doppelbrechend, wenn auch nicht gleich stark.

Um das Verhalten des Gadolinit während des Kristallinwerdens unmittelbar zu beobachten, wurden noch einige Dünnschliffe unter dem Lehmann'schen Erhitzungsmikroskop auf Platingaze erhitzt.

8. (Königsberger S.) Bei dunkler Rotglut entstanden in kurzer Zeit doppelbrechende ziemlich gradlinige Streifen nach zwei zueinander ungefähr senkrechten Richtungen (nicht parallel den Fäden der Gaze); längs einigen Hauptsprüngen war die Doppelbrechung stärker als längs feinen.

9. (Königsberger S.) Als das Glühen des Platinnetzes eben sichtbar wurde, entstanden in wenigen Augenblicken zahlreiche, einander ungefähr parallele doppelbrechende Streifen, die sich bald verbreiterten, deren Interferenzfarben aber unter Weiß I. Ordn. blieben. Erst als die Temperatur auf deutliche Rotglut erhöht wurde, erhellte sich das Blättchen zwischen gekreuzten Nicols als Ganzes schnell und zeigte nun an den Rändern Rotorange I. Ordn., nach der Mitte zu noch abnehmend bis Grauweiß. Dabei sind die Linien, längs denen die Doppelbrechung zuerst sichtbar wurde, auch jetzt noch als gelbe Linien in dem Grauweißen zu erkennen. Jetzt noch vorhandene isotrope Flecken scheinen chemisch verändert zu sein.

Zusammenfassung des optischen Verhaltens beim Erhitzen. Die Doppelbrechung des Gadolinit im natürlichen wie in jedem der erhitzten Stadien schwankt nach oben bis zu einem gewissen (hier nicht ermittelten) Maximum, und zwar grenzen sich Teile verschieden starker Doppelbrechung, vielfach längs rahmenförmigen, anscheinend Anwachszonen entsprechenden Partien voneinander ab. Dabei ist aber die optische Orientierung aller Teile

merklich gleich, und zwar sowohl im parallelen wie im konvergenten Licht. Durch ½stündiges Erhitzen auf rd. 400° werden meist nur diejenigen Teile schon stärker doppelbrechend, die schon zu Anfang nicht ganz isotrop waren, meist tritt eine allgemeine erhebliche Aufhellung zwischen gekreuzten Nicols erst bei etwa 750° ein und kann sich in wenigen Augenblicken vollziehen. Weitere Erhitzung bis 1150° bewirkt weitere langsame Verstärkung der Doppelbrechung.

Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit denen von Liebisch am Gadolinit, der bei der Aufnahme einer Erhitzungskurve eine plötzliche erhebliche Wärmeentwicklung in einem Falle bei 750°, in einem andern schon bei 572 feststellte.

Deutung des optischen Verhaltens.

Da der Winkel der optischen Achsen in bekannter Weise von der Differenz der Quadrate der Brechungsexponenten abhängt, sollte man in unsern Kristallen eine Veränderung der Interferenzerscheinungen im konvergenten Licht erwarten, wenn sich mit der Dauer und Temperatur der Erhitzung ihre Doppelbrechung ändert, und da ferner die Auslöschungsrichtung nach der Fresnel'schen Konstruktion durch die Lage der optischen Achsen bedingt ist, sollte auch diese mit der Stärke der Doppelbrechung sich drehen.

Beides ist nicht der Fall, obwohl die Doppelbrechung bis auf Null sinkt und in demselben Schliff Teile nebeneinander liegen, in denen die Doppelbrechung sich wie 1 : 6 verhält. Zwar ließ sich die Gleichheit der optischen Orientierung im konvergenten Licht nur schätzen und die Größe der Auslöschungsschiefe auf nicht mehr als 1—2° bestimmen, aber das Vorhandensein oder Fehlen von Auslöschungsunterschieden in unmittelbar aneinanderstoßenden Teilen eines Dünnschliffes läßt sich bekanntlich mit großer Sicherheit erkennen; man kann daher sagen, daß Unterschiede von mehr als wenigen Zehntelgrad in manchen Dünnschliffen, trotz erheblicher Unterschiede der Doppelbrechung, nicht vorhanden waren.

Zur Erklärung kann man nun offenbar nicht annehmen, daß sich $(\gamma^2 - \beta^2)$ und $(\beta^2 - \alpha^2)$ in jedem Temperaturintervall und für jede Wellenlänge [1] (und vermutlich nicht nur beim Gadolinit, sondern auch bei andern isotropisierten und regenerierbaren Kristallen) so ändere, daß der Winkel der optischen Achsen konstant bleibt, vielmehr bietet sich eine ganz ungezwungene Erklärung, die zugleich die Wiederkehr (bzw. Erhaltung) auch der ursprünglichen optischen Orientierung verständlich macht.

Planparallele Platten von Gadolinit mit verschieden hohen Interferenzfarben in ihren verschiedenen Teilen und ebenso derselbe Teil

[1] Da die Doppelbrechung in den ersten Stadien der Erhitzung sehr schwach ist, müßten sich schon kleine Dispersionen von $\gamma - \beta$ und $\beta - \alpha$ durch stark anomale Interferenzfarben bemerklich machen, solche sind nicht beobachtet.

einer planparallelen Platte in verschiedenen Stadien der Erhitzung, verhalten sich nach obigem so, wie die verschieden dicken Teile etwa einer keilförmigen Platte aus einem optisch homogenen Kristall. Man kann demnach streng genommen nicht sagen, durch die Erhitzung wird die Doppelbrechung immer stärker, oder die verschiedenen Teile einer Platte haben ungleich starke Doppelbrechung, sondern man müßte sagen: der doppelbrechende Teil der Platte wird durch Erhitzen immer dicker, bzw. die doppelbrechenden Teile sind ungleich dick. Es bietet sich nun zur Erklärung die einfache Annahme: Im Gadolinit sind im allgemeinen doppelbrechende Teile neben isotropen vorhanden; ihr Mengenverhältnis verschiebt sich durch die Erhitzung zugunsten der ersteren, und zwar schneller von jener Temperatur an, bei welcher auch das Erglimmen eintritt. Die Zunahme der Stärke der Doppelbrechung ist also nur scheinbar, die Stetigkeit des Überganges von isotrop in anisotrop ebenfalls, wie denn ja ein stetiger Übergang von Unordnung in eine bestimmte Ordnung nur insofern denkbar ist, als die Zahl der ungeordneten Teilchen gegenüber der Zahl der geordneten sich ändert. Dem entspricht es, daß die beim Erglimmen entbundene Wärmemenge verschieden groß ausfällt und namentlich, daß auch ursprünglich schon doppelbrechende Gadolinite noch verglimmen, wenn auch weniger lebhaft als isotrope; dies wäre nicht zu verstehen, wenn erstere schon vollkristallin und nur im Grade der Doppelbrechung von den erhitzten verschieden wären, ist aber von Petersson beobachtet.

Als Kreuzprobe ist ein Versuch denkbar, aber, wenigstens mit dem hier zur Verfügung stehenden Material von Gadolinit, nicht ausführbar. Denkt man sich Schichten von ungeordneten Teilchen mit solchen von kristallin geordneten abwechseln, etwa im Verhältnis 9 : 1, so wird (bei paralleler Orientierung aller geordneter Schichten) der Gangunterschied eines solchen Paketes nur $\frac{1}{10}$ so groß sein wie in einem gleichdicken Paket von lauter kristallinen Schichten. Ist das gemischte Paket von solcher Dicke, daß der Gangunterschied gerade $\frac{1}{2}\lambda$ (für Na) beträgt, so ist die Intensität des durchgehenden Lichtes in der Stellung stärkster Aufhellung gleich der des einfallenden. Nun ist aber anzunehmen, daß im Gadolinit ungeordnete und geordnete Teilchen, nicht längs bestimmten Ebenen sondern ganz unregelmäßig, aber nach allen Richtungen doch in gleichem Verhältnis, abwechseln. Wenn also in der Richtung senkrecht zur Platte 9 isotrope auf 1 kristallines Teilchen kommen, werden auch in zwei zueinander senkrechten Richtungen parallel der Platte auf je 9 isotrope nur je 1 kristallines kommen. In der Stellung stärkster Aufhellung werden also nur 1 % aller Teilchen des gemischten Paketes (von $\frac{1}{2}\lambda$ Gangunterschied) zur Aufhellung beitragen; es wird also eine Gadolinit-

platte, in der sich die Zahl der kristallinen Teilchen zur Zahl der isotropen wie 1 : 1000 verhält und in der der Gangunterschied gerade $\frac{1}{2}\lambda$ beträgt, in der hellsten Stellung zwischen gekreuzten Nicols nur $\frac{1}{1000}$ so viel Licht durchlassen wie eine 10mal dünnere Platte von nur kristallinem Gadolinit (die den gleichen Gangunterschied aufweisen würde).

III. α-Strahlung als Ursache der Isotropisierung

des Gadolinit zu vermuten, liegt sehr nahe, schon nach den mechanischen Wirkungen die von Strahlungen bekannt geworden sind. Nach J. Stark u. Wendt[1] u. a. werden die Kristallflächen von Steinsalz, Sylvin, Flußspat, Wismut, Kalkspat, Quarz u. a. schon durch Kanalstrahlen gerauht oder unter Erhaltung der Politur abgetragen (tiefer gelegt) und eine Veränderung von Kristallflächen die der α-Strahlung ausgesetzt sind, ist, da sie die Kanalstrahlen etwa 10mal an Geschwindigkeit übertreffen, nicht zu verwundern und öfter beobachtet[2]. Da nun die α-Strahlen, wenn auch in geringer Intensität, geologische Perioden hindurch auf unsere Kristalle einwirken konnten, ist zu erwarten, daß sie nach und nach eine vollständige Zerrüttung der Kristallstruktur erreichen können[3]. Natürlich wird der Grad der Zerstörung außer von Alter, Reichweite, Struktur u. a. auch abhängen vom Gehalt an radioaktiver Substanz und diesem Einfluß möchte ich vor allem das Vorhandensein mehr oder minder doppelbrechender Anwachsschichten oder ihr Erscheinen während der Erhitzung zuschreiben. Beobachtungen an Flußspat haben mir gezeigt, daß der Gehalt an radioaktiver Substanz gerade längs Anwachsschichten sehr wechseln kann (indem z. B. längs ihnen sich pleochroitische Höfe häufen).

Angesichts der Unregelmäßigkeit der α-Strahlung und der mehr oder weniger zufälligen Verteilung der radioaktiven Stoffe werden selbst nach langer Bestrahlung noch Reste der kristallinen Struktur regellos, aber im ganzen doch gleichförmig verteilt, vorkommen können, alle noch in der ursprünglichen parallelen Orientierung, wie es ja auch die Beobachtung bestätigt; sie werden bei Zu-

[1] J. Stark u. Wendt, Ann. Phys. (4.) 38. 921 u. 941. 1912. An den durch Translationsfähigkeit ausgezeichneten oben genannten Kristallen scheinen die Kanalstrahlen auch dickere Schichten deformieren zu können.

[2] z. B. werden Platten von Cordierit mit matter Oberfläche an den mit $RaBr_2$ belegten Stellen blank.

[3] Da die Reichweite der α-Strahlung im Zirkon und andern Kernen pleochroitischer Höfe die Durchmesser dieser Kerne in der Regel weit übertrifft, werden die α-Teilchen seine ganze Oberfläche bombardieren und namentlich an den Ecken und Kanten abtragen, d. h. diese zurunden können. Es liegt nahe, an die auffallend häufige und vollkommene Abrundung gerade der kleinen Zirkone stark radioaktiver Gesteine (z. B. im Cordierit von Bodenmais) zu denken.

nahme der Temperatur und damit eintretender Rückbildung des kristallinen Zustandes orientierend wirken[1].

Die Anzahl dieser Keime wird aus verschiedenen Gründen nahe der Oberfläche, also auch längs Spalten, um Einschlüsse usw. besonders groß sein. Einmal ist für die Teile längs der äußeren Grenzflächen geltend zu machen, daß sie der α-Strahlung weniger als die inneren (nämlich nicht von allen Seiten) ausgesetzt sind (während dies für die Teile längs Spalten allerdings kaum in Betracht kommt, da ihre Breite gegenüber der Reichweite der α-Strahlen im Kristall [oder gar in Flüssigkeiten und Gasen] zu unbedeutend ist). Zweitens ist anzunehmen, daß radioaktive Substanzen, soweit sie leichter löslich oder gar flüchtig sind, aus den oberflächlichen Teilen, längs Spalten usw., leichter abgegeben werden. Drittens ist aus den Versuchen von Gray[2] bekannt, daß das mit großer Gewalt zwischen die Atome des Kristalls eingepreßte Helium, von dem anzunehmen ist, daß es schon durch seine Gegenwart die Wiederherstellung der kristallographischen Ordnung verzögert, aus den Teilen des Kristalls, die weniger als 0,01 mm unter der Oberfläche liegen, schon bei gewöhnlicher Temperatur zu entweichen beginnt; längs Oberflächen usw. wird also früher eine Verarmung an Helium eingetreten und damit hier die Möglichkeit einer schnelleren Wiederherstellung der Kristallstruktur gegeben sein. In allen diesen Hinsichten befolgt übrigens der Gadolinit die für alle Umwandlungen zutreffende und ja auch durch die Beobachtungen bestätigte Regel, daß sie an den Grenzen der Phasen beginnen, weil diese Stellen die für die Erhaltung des jeweiligen Zustandes schwächsten sind.

Dichteänderungen.

Die Kristallstrukturen entsprechen im allgemeinen dichtesten Packungen in dem Sinne, daß der Übergang der Struktur in andere kristallographische mindestens eine vorübergehende, der Übergang in Isotropie eine dauernde Volumenvermehrung nach sich zieht. Letzteres ist bei unseren Kristallen auch meist beobachtet, ebenso, daß mit dem Wieder-kristallin-werden meist eine erhebliche Erhöhung der Dichte verbunden ist[3]. Der Betrag der Dichteänderung schwankt indessen auch bei Bruchstücken desselben Kristalls sehr erheblich. Das mag z. T. durch Einschlüsse fremder Substanzen und verschiedene Grade der Verwitterung bedingt sein, wie Petersson und nach ihm Liebisch annehmen, unabhängig von solchen erklärt

[1] O. Mügge, dies. Centralbl. 1908. 37; später auch Grandjean nach Beibl. Ann. 43. 175. 1919.

[2] Gray, Proc. Roy. Soc. London. (A.) 82. 301. 1909.

[3] Zusammenstellung bei Liebisch, l. c. p. 360. Ausnahmen sind beobachtet bei Fergusonit, Samarskit, Zirkon. Findet beim Erhitzen ein erhebliches Aufblähen statt, so werden Dichtebestimmungen am erhitzten Material zu kleine Werte ergeben können.

es sich durch das verschiedene Mengenverhältnis der kristallinen zu den isotropen Teilchen; dagegen sind diese Schwankungen mit der Annahme verschiedener Modifikationen (bei Zirkon drei!) kaum in Einklang zu bringen.

Die größte von Petersson beobachtete Dichteänderung am Gadolinit betraf ein Stück von Ytterby mit nur 0,41 % ThO_2; es hatte vor dem Glühen die Dichte 4,29, nachher 4,52. Besonders große Unterschiede sind dann namentlich am Zirkon beobachtet. So fand Damour[1] bei 4 Kristallen von Ceylon:

Vor dem Glühen	Nach d. Gl.	Unterschied
4,043	4,318	0,275
4,166	4,526	0,360
4,176	4,500	0,324
4,183	4,534	0,351

Auch Church[2] fand ähnliches; vor allem aber auch ungewöhnlich niedrige Werte für die Dichte (4,02), ohne daß in der chemischen Zusammensetzung eine merkliche Abweichung von der gewöhnlichen festzustellen war und in diesem Falle auch ohne daß durch Glühen eine Veränderung eingetreten wäre.

Läßt man in der von Hintze[3] gegebenen Zusammenstellung von Zirkon-Analysen diejenigen außer Betracht, bei denen der Wassergehalt 1 % übersteigt, trägt bei den übrigen als Ordinaten die Dichte auf, als Abszisse einmal den Gehalt an SiO_2, dann den an ZrO_2, schließlich den an sonstigen Bestandteilen ($FeO + Fe_2O_3 + CaO$ usw.), so erhält man in keinem Falle eine regelmäßige, sondern stets eine unregelmäßig springende Kurve. Berücksichtigt man auch Analysen mit hohem Gehalt an ThO_2, so fällt auf, daß diese Zirkone, trotz des hohen Atomgewichtes von Th, die niedrigsten Dichten haben. Man wird natürlich vermuten dürfen, daß auch hier der Grad der Isotropisierung die Dichte in erster Linie beeinflußt, indessen könnten die Ursachen auch andere sein: Sprünge, chemische Umwandlungen, Einschlüsse usw., auch sind die Kristalle, da sie vielfach schon im Edelsteinhandel gewesen sind, zuweilen schon geglüht.

Daß solche Erniedrigungen der Dichte, die also auf Isotropisierung hinweisen können, auch bei den Zirkonen in den pleochroitischen Höfen sehr verbreitet sind, ergibt sich daraus, daß das Wirtmineral (Cordierit, Hornblende, Glimmer, Chlorit, Granat, Turmalin) innerhalb des Hofes und in seiner nächsten Umgebung öfter von vielen feinen, vom Kern ausstrahlenden Sprüngen durchsetzt ist[4]. In Zirkon (und Orangit) selbst gibt Brögger (l. c. p. 110)

[1] Damour, Compt. rend. 58. 154. 1864.

[2] Church, Geol. Mag. 2. 322. 1875.

[3] Hintze, Handb. d. Min. I. 1666.

[4] Solche Sprünge erscheinen natürlich auch ohne pleochroitischen Hof; so beobachtete sie Johnsen um Zirkon in Apatit. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 14. 21. 1901; vgl. auch die p. 757 f. mitgeteilten Beobachtungen.

zahllose Sprünge in Kristallen von den südnorwegischen Gängen an, Hussak[1] in solchen von Bahia, Mann[2] in Monazit mit Thoriteinschlüssen. Auch um Orthit wurden solche Zersplitterungen z. B. von Borgström[3] beobachtet; die Sprünge strahlen von den Orthitkörnchen aus und gleichen zuweilen denen, die bei Gesteinssprengungen mit Dynamit rund um die Einsatzstelle des Sprengstoffes entstehen. Borgström setzt hinzu, daß die Erscheinung möglicherweise in Zusammenhang stehe mit dem Übergang des Orthit in den amorphen Zustand. Um isotropisierten Gadolinit von Ytterby konnte ich makroskopisch ganz Ähnliches beobachten, auch erschienen die Plagioklase in seiner Umgebung auffallend verbogen.

Wenn der isothermische kubische Kompressionskoeffizient k dieser Minerale bekannt wäre, könnte man aus ihrer Dichteänderung den Maximaldruck, den sie bei ihrer Isotropisierung ausüben können, berechnen. Nimmt man an, daß dieser zwischen dem Kompressionskoeffizienten des Turmalin $k_1 = 0{,}000113$ und dem (besonders kleinen) des Topas $k_2 = 0{,}0000059$ liegt[4], was hinsichtlich der Größenordnung wohl zutreffen wird, so ergeben sich aus den beobachteten Dichteänderungen $d_1 - d_2$ für diese Maximaldrucke P_1 und P_2 in kg/cm² folgende Werte:

	Dichte d_2 vor dem Glühen	Dichte d_1 nach dem Glühen	$P_1 = \frac{d_1 - d_2}{k_1 \cdot d_1}$	$P_2 = \frac{d_1 - d_2}{k_2 \cdot d_1}$
Gadolinit, Ytterby	4,29	4,52	45 000	865 000
Zirkon	4,183	4,534	68 300	1 300 000
„	4,166	4,526	70 000	1 342 000

Man kann also gewaltige Sprengwirkungen radioaktiver Substanzen erwarten, auch da, wo das Nernst'sche Zündholz[5] mit der Endzündungstemperatur von 10^{10} Grad Celsius nicht zur Verfügung steht; denn der statische Maximaldruck von guten Explosivstoffen erreicht nur ca. 45 000 Atm. Daß in Wirklichkeit obige Maximaldrucke erreicht werden, ist allerdings nicht anzunehmen, denn bei der obigen Rechnung ist vorausgesetzt, daß der gepreßte Körper rings von unnachgiebigen Wänden umschlossen sei, während hier die umschließenden Minerale vermutlich einen ähnlichen Kompressionskoeffizienten wie das umschlossene haben.

[1] Hussak, Tscherm. Min.-petr. Mitt. 18. 347. 1898.
[2] Mann, Diss. Leipzig 1904. p. 5.
[3] Borgström, Bull. Comm. géol. Finld. 41. 25. 1914.
[4] Liebisch, Grundriß d. phys. Krist. p. 443.
[5] Nernst, Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. Berlin 1921.

Nach den Versuchen von F. D. Adams[1] wird der Zerfall radioaktiver Stoffe noch nicht verhindert durch einen Druck wie er in 50 miles Tiefe in der Erdkruste herrscht (d. i. etwa 24 000 Atm.). Wie man sieht, können hier aber doch erheblich höhere Drucke auftreten (schon an der Erdoberfläche!), so daß jene Versuche für die Beurteilung der natürlichen Vorgänge in größeren Erdtiefen nicht sehr viel bedeuten. Andererseits sind die Drucke nicht so hoch, daß nicht Aussicht bestände, die Geschwindigkeit der Rekristallisation und die Temperatur, bei der sie merklich wird, zu beeinflussen (erniedrigen). Ein dahin zielender Versuch, bei dem ein isotrop befundener Dünnschliff, von dem einige Teile schon bei 600° kristallin geworden waren (aus dem oben untersuchten Material), 22′ auf rund 400° und unter einem Druck von rund 18 700 Atm. gehalten wurde, ergab, daß noch keine Rekristallisation eingetreten war[2]. (Schluß folgt.)

Zur Gliederung des Mitteldevons der Eifel auf Grund von Korallen.

Von **R. Wedekind**
(auf Grund gemeinsamer Untersuchungen mit W. Borchers u. E. Vollbrecht).

Nachdem durch unsere ersten Aufsammlungen und die an diese anschließende Untersuchung des Materials die biostratigraphischen Einheiten festgelegt waren, mußte es sich nunmehr darum handeln, die gegenseitige Lage der einzelnen biostratigraphischen Einheiten festzulegen. Die 1922[3] niedergelegte Auffassung brauchte nur in wenigen Punkten korrigiert zu werden. Die Untersuchungen von E. Vollbrecht hatten ergeben, daß die Üxheimer Tillophyllenstufe eine selbständige biostratigraphische Einheit darstellt. Sie liegt, wie sich jetzt zweifellos ergeben hat, zwischen H und Do. Die Zone C_2 des *Cosmophyllum Geigeri* liegt unmittelbar über der Zone der *Newberria amygdalina* und unter der Zone des *Cosmophyllum*

[1] F. D. Adams, Nature. **76**. 269. 1907 u. Naturw. Rundschau. 1907. 440.

[2] Es wurde dieselbe Einrichtung wie bei den Translations- und Schiebungsversuchen (O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. 1920. 24) benutzt; Erwärmung des Druckzylinders in elektrischem Ofen. Daß der Druck annähernd hydrostatisch war, ergibt sich aus demnächst veröffentlichten Versuchen. Eine Wiederholung des Versuches war einstweilen nicht möglich, da schon bei diesem der zur Einbettung benutzte Ton nicht mehr quellungsfähig war, auch Stempel und Preßzylinder schon begonnen hatten sich zu verschweißen.

[3] R. Wedekind, Die Gliederung des Mitteldevons auf Grund von Korallen. Sitz.-Ber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Naturw. zu Marburg. April 1922.

Dachsbergi. Ihre in der zitierten Mitteilung angegebene Stellung war also eine irrtümliche.

Der beste Einblick in den gegenseitigen Verband der biostratigraphischen Einheiten wird gewonnen durch Vergleich der Ahrdorfer Mulde als Ausgangspunkt mit der Hillesheimer Mulde. Erst auf Grund der in diesen beiden Mulden gesammelten Erfahrungen läßt sich die Stratigraphie der stärker gestörten Gerolsteiner Mulde überhaupt verstehen. In der Ahrdorfer Mulde ist nur unteres Mitteldevon vorhanden, das sich, abgesehen von dem Nohner Horizont, ausgebildet als eine Wechsellagerung von Tonen und Kalken, in einen unteren brachiopodenreichen und korallenarmen Abschnitt = Ahrdorfer Schichten und einen oberen heliophyllenreichen Abschnitt = Niedereher Schichten gliedert. Durch den Reichtum und die Häufigkeit der Niedereher Schichten an kurz-kegelförmigen Heliophyllen und Trematophyllen tritt dieser Abschnitt des unteren Mitteldevons bereits in der Ahrdorfer Mulde mit voller Schärfe hervor.

In dem unmittelbar anschließenden Teil der Hillesheimer Mulde treten nicht nur weitere stratigraphische Einheiten, sondern auch ein vermehrter Korallenreichtum im unteren Mitteldevon hinzu. Die korallenarmen Ahrdorfer Schichten im Liegenden der Heliophyllenschichten lassen sich hier bereits mit den Geeser Schichten = Salmer Weg-Schichten der Gerolsteiner Mulde dem Alter nach gleichsetzen. Oberhalb der Heliophyllenstufe, die sich hier in eine untere Zone, Kalkwerk Bahnhof Niederehe und eine obere Zone, die Schichten vom Kleinen Heiligenstein, gliedern lassen, tritt im Üxheimer Gebiet zunächst die Üxheimer Tillophyllenstufe, sehr fossilreich, und darüber die Dohmophyllenstufe, korallenarm = Crinoidenschichten von Schulz auf. Die Altersgleichheit der Hillesheimer Crinoidenschichten mit den Auburgschichten der Gerolsteiner Mulde ergibt sich einmal daraus, daß an der Basis der Crinoidenschichten die *Lepidocentrus*-Mergel wie im Liegenden der Auburgschichten bei Gerolstein und innerhalb der Crinoidenschichten die bezeichnende Korallenfauna der Auburgschichten [Nachweis durch E. Vollbrecht erbracht] auftreten.

An der Feststellung der gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der biostratigraphischen Einheiten des mittleren Mitteldevons, auch an der Ausscheidung derselben, haben sich vor allen Dingen W. Borchers und E. Vollbrecht beteiligt.

Das beste Orientierungsniveau boten uns zunächst die auch morphologisch überall stark betonten Schichten mit *Newberria amygdalina*. Unmittelbar unter diesem Niveau tritt ein weiteres sehr charakteristisches Niveau mit *Spirifer Looghense* n. sp. und darunter das Lager der älteren Spongophyllen auf. Das Gemeinsame, das diese gesamten Schichten oberhalb der Auburgschichten bis hinauf zu den Schichten mit *Newberria amygdalina* haben, soll hier zunächst nur insofern betont werden, daß ihnen von den später zu reicher Entwicklung gelangenden Stenophyllen nur *Steno-*

phyllum simplex Borchers eigen ist. Weitere Gesichtspunkte über diese Schichten können erst unsere ausführlichen Arbeiten bringen. Oberhalb des *Amygdalina*-Niveaus setzt mit einer sehr charakteristischen Korallenfauna die Cosmophyllenstufe ein, deren untere Zone bei Niederehe, die Zone des *Cosmophyllum Geigeri* Vollbrecht, nicht nur die einfachen Stenophyllen wie *Stenophyllum simplex* n. sp., sondern bereits zu höherer Struktur überleitende Stenophyllen, *Stenophyllum intermedium* n. sp., enthält. Darüber folgt die Zone des *Cosmophyllum Dachsbergi* Vollbrecht, meist als feste Korallenkalke bei Berndorf und am Dachsberg bei Gerolstein entwickelt. Hier tritt zuerst *Cyathophyllum hyperocrateriforme* und *Stringophyllum normale* auf. Über der zuletzt genannten Zone tritt bei Gerolstein und Hillesheim nur an wenigen Punkten eine weitere Zone hervor, die charakterisiert ist durch das Auftreten von *Mesophyllum*, einem typischen *Stringophyllum*, durch die Häufigkeit des sogenannten *Cyath. hyperocrateriforme* und der jüngeren Spongophyllen. Die Schichten vom Berndorfer Plateau sind vermutlich etwas älter als die entsprechenden Schichten der Baarley bei Gerolstein. Äquivalente der Emster Mesophyllenschichten konnten in der Eifel bisher nicht sicher nachgewiesen werden.

Es gelang außerdem noch, auf dem Plateau zwischen Niederehe und Nollenbach korallenreiche Kalke aufzufinden, die den Spinophyllenschichten des Schladetals bei Bergisch-Gladbach wenigstens in ihren oberen Teilen entsprechen, vermutlich aber auch noch Äquivalente der Neospongophyllenstufe enthalten. Daraus wird sich auch das genaue Alter der hier auftretenden Lagen mit *Amphipora ramosa* ergeben.

Auch zur Behandlung des Riffproblems sind von uns zahlreiche Beobachtungen gesammelt, über die erst später berichtet werden soll.

Über die Systematik einiger fossiler Cerviden.

Von Dr. **Max Hilzheimer**,
Direktor der naturwissensch. Abt. des Märkischen Museums, Berlin.

(Schluß.)

2. *Dicrocerus* Lartet.

Diese Gattung obermiocäner Hirsche wird, wie es scheint, jetzt allgemein zu den Cervulinae gestellt (vgl. M. Schlosser l. c. und Abel, Stämme der Wirbeltiere, Berlin und Leipzig 1919), ohne daß eigentlich ein Grund dafür einzusehen ist. Gemeinsam haben beide einen langen Rosenstock und ein Geweih, das nur aus 2 Enden besteht. Beides ist aber bei den beiden Gattungen, wie wir noch sehen werden, grundverschieden gebaut. Die Diagnose für die Cervulinae lautet bei Schlosser, soweit sie sich auf die fraglichen Organe bezieht: „Männchen mit kurzem, meist nur

dichotom gegabeltem oder wenig sprossigem Geweih, das auf einem hohen Rosenstock sitzt und bei den älteren Formen nicht abgeworfen wurde." Der letztere Satz braucht uns nicht weiter zu kümmern, da es heute nach den Untersuchungen von Wegner (Palaeontogr. 1913) und Kiernik (Bull. de l'Acad. Sc. Cracove 1913) nicht mehr zweifelhaft sein kann, daß auch *Dicrocerus furcatus* Hensel, nicht nur *elegans* Lartet das Geweih wechselte. Und als Diagnose für die Cervinae in bezug auf die Geweihe sagt Schlosser: „Geweih mit kurzem Rosenstock, mehrfach gegabelt, periodisch wechselnd." Daß das letzte auch für *Dicrocerus* zutrifft, wurde schon gesagt. Wir kommen nun zu den beiden anderen Punkten. Auch sie bedeuten keinen prinzipiellen Gegensatz. Denn es gibt auch rezente Hirsche wie die südamerikanischen Spießhirsche, *Mazama* Raf. und *Pudu* Gray und die chinesischen *Elaphodus*-Arten, deren Geweih überhaupt nicht über die Spießerstufe hinauskommt, und Gabelhirsche, *Hippocamelus* Leuck., deren Geweih normalerweise nur 2 Enden hat. Was nun die Länge der Rosenstöcke anbelangt, so hat bekanntlich jeder Hirsch in der Jugend recht lange Rosenstöcke und erst mit zunehmendem Alter werden sie im allgemeinen kürzer, aber auch da behält *Hyelaphus* Sundev. ziemlich lange Rosenstöcke bei. Also in der Länge der Rosenstöcke kann ich ebenfalls keinen prinzipiellen Unterschied zwischen Cervinae und Cervulinae finden. Einen prinzipiellen Unterschied finde ich aber in der Form des Rosenstockes. Bei den Cervulinae beginnt er auf den Stirnbeinen weit vor der Orbita als anfangs niedrige Leiste, zieht über die Orbita fort als eine nach hinten immer höher werdende Leiste bis zur Kranznaht. Erst hinter der Kranznaht löst er sich von der Schädeldecke, ragt frei in die Luft und beginnt nun erst seine leistenartige Gestalt zu verlieren und eine zylindrische Form anzunehmen. Das ist durchaus etwas Eigenartiges, daß der Rosenstock das ganze Stirnbein bis zum hintersten Ende einnimmt und erst in seinen distalen Teilen zylindrisch wird. Bei allen übrigen Hirschen erhebt der Rosenstock sich in einem mehr oder minder steilen Winkel von der Schädeldecke, hat seiner ganzen Länge nach zylindrische Gestalt und steht nur mit der Basis des Zylinders auf den Stirnbeinen. Das ist bei *Dierocerus* ebenfalls der Fall. Besonders auf der Abbildung nach Filhol, die Abel wiedergibt, als auch, wenn auch weniger gut auf der nach Gaudry von Schlosser wiederholten ist deutlich festzustellen, daß der hintere Teil des Stirnbeins vom Rosenstock freigelassen wird. Für den vorderen möchte ich das nach der ganzen Form des Rosenstocks annehmen, wenn es auch wegen Fehlens der vorderen Teile nicht absolut sicher nachweisbar ist. — Aber auch der Bau des Geweihes von *Dieroeerus* und *Cervulus* selbst ist völlig verschieden. Wenn die Cervulinae kein Spießgeweih tragen (*Elaphodus* A. M. Edw.), zweigt sich die kurze Augensprosse un-

mittelbar über der Rose von der Stange ab. Die Stange selbst liegt in der Verlängerung des Rosenstockes. Bei *Dicrocerus* haben wir eine ganz andere Art der Verzweigung, bei der Stange und Sprosse überhaupt nicht unterschieden werden können. Wir haben entweder eine Gabel, die auf einem langen Stiel sitzt (*Dicrocerus furcatus* Hensel) oder eine fast unmittelbar von der Rose ausgehende Gabelung (*D. elegans* Lartet), in beiden Fällen aber liegt kein Gabelende in der Verlängerung des Rosenstockes, so daß es als Stange angesprochen werden könnte; vielmehr erscheinen beide gleichwertig und die Verlängerung des Rosenstockes halbiert etwa den Winkel zwischen beiden Enden. Das ist natürlich ein äußerst unpraktischer Typus. Das Geweih war beim Stoß sehr der Gefahr ausgesetzt, in der Mitte auseinander zu spalten, bei *elegans* wohl noch mehr als bei *furcatus*. So konnte *Dicrocerus* sich nicht weiter entwickeln und starb als nicht anpassungsfähiger Typus bald aus. Aber nach dem Bau seines Rosenstockes ist *Dicrocerus* ein echter Vertreter der Cervinae, mindestens kein *Cervulus* Blainv.

Es schien mir äußerst wichtig, einmal die genaue Stellung dieser beiden Hirsche *Dicrocerus* und *Cervus pardinensis* festzustellen, weil man immer wieder lesen kann, die süd- und südostasiatischen Hirsche *Rusa* (bezw. *Axis*) und *Cervulus* hätten im Tertiär bei uns gelebt. Erst kürzlich hat Leche (Lunds Univ. Årskr. 1921, Minr. 10) diese Behauptung wiederholt und sie mit zur Begründung weittragender Theorien verwendet, freilich ohne sie selbst nachgeprüft zu haben, wie es scheint.

Das einzige mir bekannte Geweih eines pliocänen Hirsches, das mit dem eines südasiatischen verglichen werden kann, ist das von *Polycladus sedgwicki* Falc. Die Art, wie es sich ziemlich hoch über der Augensprosse dichotom verzweigt, die Verzweigung der Augensprosse selbst finden wir ganz ähnlich bei *Rucervus schomburgki* Blyth (vgl. Proc. zool. soc. London 1876, p. 304). Da von *P. sedgwicki* ein großer Teil des Schädels bekannt ist, wäre es von Interesse, einmal einen Vergleich mit dem *Schomburgki*-Hirsch vorzunehmen, ob die Geweihähnlichkeit auch auf Verwandtschaft beruht.

3. *Pliocervus* n. g. für *Cervus Matheroni* Gerv.

In seinem „Handbuch der Paläontologie" Bd. IV, p. 401, Fig. 332 bildet Zittel ein sechsendiges Cervidengeweih ab mit der Bezeichnung „*Cervus (? Capreolus) Matheronis* Gerv. Unt. Pliocän. Mont Léberon (Vaucluse $\frac{1}{5}$ nat. Gr. [nach Gaudry])". Im Text fehlt allerdings das Fragezeichen. Hier wird *C. Matheroni* (hier ohne „s" am Ende geschrieben) Gerv. direkt zu *Capreolus* gestellt. Die letztere Ansicht, die *C. Matheroni* zu *Capreolus* stellt, ohne diese Zustellung fraglich zu lassen, hat dann auch Schlosser in die „Grundzüge der Paläontologie" von 1911 übernommen. Nun

ist das als *C. Matheroni* Gerv. beschriebene im Zusammenhang mit dem abgebrochenen (?) Rosenstock abgebildete Geweih sehr merkwürdig gebaut. Die Stange beschreibt einen flachen nach vorn offenen Halbkreis. Von ihr entspringen zwei Enden nach vorn, das eine hoch über der Rose, etwas unter dem Ende des basalen Drittels der Stange, das zweite etwa am Anfang des Enddrittels der Stange. Beide, das obere schwächere, verlaufen in einen nach unten offenen Bogen. Ein solches Geweih trägt kein Reh. Beim Reh ist sowohl über der unteren wie über der oberen Vordersprosse die Stange jedesmal nach rückwärts abgebogen. Sie würde also, fände nicht jedesmal wieder eine Aufrichtung statt, einen nach hinten offenen Bogen bilden. Da ferner die Enden in nach oben offenen Bogen verlaufen, ist also der Geweihbau des Rehes, man könnte sagen, dem von *C. Matheroni* gerade entgegengesetzt. Der Geweihbau aber, wie ihn das Reh und, um das gleich hinzuzufügen, sämtliche lebende Hirsche haben, ist, wie C. Hoffmann (Zur Morphologie der Geweihe der rezenten Hirsche, Coburg 1901) und später Ludwig Rhumbler (Über die Abhängigkeit des Geweihwachstums der Hirsche usw., Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1911) gezeigt haben, ein äußerst zweckmäßiger. Stange und Ende stoßen nämlich in Gestalt eines Spitzbogens zusammen. Durch Rückwärtskrümmung der Stange dort, wo das Ende abzweigt, wird der unter der Gabelung liegende Teil der Stange in die Richtung der Spitze des Spitzbogens verlängert. Hierdurch wird jeder die Sprosse treffende Stoß oder Schlag auf die Basis des Spitzbogens abgelenkt und die Gefahr des Abbrechens der Sprosse vermindert. Der Bruchgefahr wird ferner noch durch Ausbildung einer Lamelle zwischen Stange und Sprosse entgegengewirkt, welche die Tiefe der Bucht des Spitzbogens ausfüllt. Alle diese Verhältnisse sind sehr schön bei der in Zittel's Handbuch als Fig. 333 unmittelbar neben dem Geweih von *C. Matheroni* abgebildeten Stange von *C. pardinensis* zu sehen. Die Sprossen von *C. Matheroni* bilden mit der Stange keinen Spitzbogen. Auch fehlt eine Lamelle zwischen beiden. Die Enden sind deshalb sehr der Gefahr des Abbrechens ausgesetzt, so daß der Bau des Geweihes als durchaus unzweckmäßig bezeichnet werden muß. Es gehört zu den nicht anpassungs- und entwicklungsfähigen Typen. Bei dieser Verschiedenheit vom Geweih nicht nur des Rehes, sondern überhaupt sämtlicher lebender Hirsche, kann es auch in keine rezente Gattung eingereiht werden. Es stellt vielmehr eine neue Gattung dar, die einen eigenen Namen erhalten muß und für die mir, um gleich das geologische Vorkommen zu bezeichnen, der Name *Pliocervus* n. g. geeignet erscheint. Es scheint übrigens, als ob *C. Matheroni* Gervais auch 4 Enden bekommen kann durch Teilung der Spitze. Wenigstens bildet Boyd Dawkins (l. c.) als *C. Matheroni* Gervais = *Bravardi* eine Stange ab, bei der die beiden vorderen Sprossen genau so unzweckmäßig eingefügt sind wie bei

dem besprochenen Exemplar und dessen abgeflachtes Ende eine kurze Gabel zeigt, die allerdings einen etwas anomalen Eindruck macht.

Wenn also auch *C. Matheroni* nicht als Reh angesprochen werden kann, so hat es doch im Pliocän von Europa echte Rehe gegeben, sie werden von Boyd Dawkins und Depéret als *Cervus cusanus* Croizet et Jobert bezeichnet. Die Abbildung Taf. VII Fig. 2 bei Depéret stellt ein typisches Rehgeweih mit allen Merkmalen eines solchen dar. Vielleicht ist es etwas plumper, die Enden etwas kürzer als bei den mir bekannten rezenten Rehgeweihen, aber der Aufbau mit der hochsitzenden vorderen Sprosse, der danach nach rückwärts gebogenen Stange und der Endgabel ist der gleiche. Das als *C. neschersensis* beschriebene und auf Taf. VIII Fig. 3 abgebildete Geweih artlich davon zu trennen, liegt nicht die geringste Veranlassung vor. Und das auf Fig. 4 als *C. buladensis* abgebildete Schädelstück mit Geweih ist nur ein junges auf der Gablerstufe stehendes Exemplar der gleichen Art, das, wie die hohen Rosenstöcke zeigen, wohl erst sein zweites Geweih trägt.

4. *Merycodus* Leidy.

Im Jahre 1904 hat Matthew eine eingehende Beschreibung eines Skelettes von *Merycodus* veröffentlicht (Bull. of Amer. Mus. nat. hist. 1904)[1]. Für diese Gattung hatte er eine besondere Familie Merycodontidae neben Cervidae und Antilocapridae angenommen und dabei immer die große Ähnlichkeit mit *Antilocapra* betont. Das hat Schlosser (l. c.) und Abel (l. c.) offenbar veranlaßt, *Merycodus* zu den Antilocapriden zu stellen. Dabei schreibt dann Schlosser in die Diagnose dieser Familie: „mit gegabelten Knochenzapfen, welche von einer jährlich erneuerten Hornscheide umgeben sind." Für *Antilocapra* stimmt das nicht. Denn der Hornzapfen ist bei ihr einfach, nicht gegabelt. Und wie man sich bei einem 6endigen Geweih den Wechsel einer Hornscheide zu denken hat, kann ich mir nicht recht vorstellen. Sieht man sich nun das Geweih von *Merycodus* Leidy an, wie es z. B. bei Matthew (l. c.) und Schlosser (l. c.) abgebildet ist, so fällt zunächst die starke Rose auf. Nun bildet sich aber bei lebenden Hirschen die Rose erst, wenn das Geweih einmal gewechselt worden ist. Bei allen Hirschen, von denen wir das Erstlingsgeweih kennen, hat dies keine Rose. Erst vom zweiten Geweih an finden wir die Rose am Geweih. Sie stellt gewissermaßen über dem Rosenstock eine Anhäufung der Stoffe vor, aus denen das Geweih aufgebaut wird. Was beim Aufbau nicht verbraucht wird, bleibt an der Basis des Geweihes als Rose zurück. So ist die Rose immer und allemal ein Beweis dafür,

[1] Die von Abel zitierte Arbeit von Merriam (A Peculiar Horn or Antler from the Mohare Miocene of California. University of California Publications. Bull. Depart. Geology, Berkeley. Vol. VII. Jahrg. 1913) ist mir leider nicht zugänglich.

daß ein gewechseltes Geweih vorliegt. Es ist also von *Merycodus* kaum anzunehmen, daß „der Schädel ein hohes Geweih trug, das wahrscheinlich persistierte", wie Abel meint. Zeigt uns also die Rose, was auch Matthew als selbstverständlich angenommen hat, daß das Geweih gewechselt wurde, so ist eigentlich der wichtigste Charakter der Cerviden, das Merkmal, wodurch sie sich am schärfsten von allen Huftieren unterscheiden, vorhanden. Für mich ist der Geweihwechsel ein so tiefgreifender physiologischer Prozeß, daß ich nicht annehmen kann, daß er mehrmals unabhängig entstanden ist. Er kann auch nicht mit dem Wechsel der Hornscheide von *Antilocapra* verglichen werden. Das vollständige Geweih besteht aus Knochen und Haut darüber, die mit Haaren bedeckt ist. Die Hornscheide von *Antilocapra* entspricht höchstens den Haaren. Ihr Wechsel entspräche also höchstens einem Haarwechsel am Geweih der Hirsche, d. h. einem Wechsel, wie er bei den Säugetieren gang und gäbe ist. Daß aber periodisch ein Knochen abgeworfen und erneuert wird, ist etwas so Außerordentliches, daß dem eine besondere nie wiederkehrende tiefere physiologische Ursache zugrunde liegen muß. Mir scheint also, allein der Geweihwechsel genügt, um *Merycodus* zu den Hirschen zu stellen, selbst wenn sein Geweih, was mich allerdings sehr unwahrscheinlich dünkt, nicht vom Bast befreit wurde. Sollte das der Fall gewesen sein, so wäre es nötig gewesen, daß die Nekrose, welche das Geweih zum Abfallen bringt, auch den Bast ergriffen hätte, eine Annahme, die wohl nicht viel für sich hat. Daß die Oberfläche des *Merycodus*-Geweihes so glatt ist, nötigt nicht zur Annahme, daß es nicht gefegt wurde. Auch das Rengeweih hat eine wenig rauhe Oberfläche und wird doch gefegt.

Wenn also *Merycodus* auch nach der Ansicht Matthew's ein echtes Geweih trug, so veranlaßten den amerikanischen Forscher andere Gründe, diese Gattung von den Hirschen zu trennen. Seine wesentlichsten Gründe scheinen mir zu sein: 1. Die Stellung der Rosenstöcke. 2. Eine gewisse Knickung der Schädelachse. 3. Eine gewisse Hypsodontie. 4. Eine allgemeine Ähnlichkeit der Wirbel und Extremitätenknochen mit *Antilocapra*. Das ist ungefähr die Reihenfolge der Punkte auch ihrer Bedeutung nach, wie wir sie jetzt im einzelnen betrachten wollen.

Über das Geweih von *Merycodus* schreibt Matthew: „The antlers are the most striking feature of the skeleton; they project from the upper posterior corner of the orbit as in *Antilocapra* and most of the true antelopes, not from the cranial vault as in the deer." Hiernach könnte es fast so scheinen, als entspränge das Geweih bei allen Cerviden immer an der gleichen Stelle der Schädelkapsel. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Schon im Vorhergehenden lernten wir mit *Cervulus muntjac* ein Tier kennen, bei dem der Rosenstock abweichend von anderen Hirschen das ganze Stirnbein einnimmt. Beim Ren, wo bekanntlich das Geweih be-

sonders weit rückwärts sitzt, buchtet es die Stirnbeine weit nach hinten aus und die zwischen beiden Rosenstöcken vorspringende Spitze der Coronalnaht reicht bis zum Vorderrand der Rosenstöcke. Beim Edelhirsch liegen die Rosenstöcke weniger weit rückwärts. Die zwischen beiden vorspringende Spitze der Coronalnaht erreicht nicht die Mitte der Rosenstöcke. Und beim Elch liegen gar die Rosenstöcke bis zu 2 cm vor der Coronalnaht, also vor dem Hinterrand der Frontalia. Schon diese 3 Hirsche zeigen, wie verschieden die Lage der Ansatzstelle der Rosenstöcke bei Hirschen sein kann. Übrigens ist auch bei den Höhlhörnen, ja bei den Antilopen selbst die Ansatzstelle der Hornzapfen eine sehr verschiedene, wie Ray Lankaster gezeigt hat, und die Stellung über dem Hinterrand der Orbita, wie sie *Antilocapra* zeigt, eine nicht sehr gewöhnliche. Aber es gibt auch lebende Hirsche, bei denen das Geweih an der hinteren Außenecke der Orbita entspringt. Schon beim Muntjack nimmt der hintere Teil des Rosenstockes seinen Ursprung von der hinteren oberen Ecke der Orbita. Dasselbe ist der Fall bei den *Rusa*-Hirschen.

Freilich stehen bei ihnen die Rosenstöcke nicht so senkrecht empor wie bei *Merycodus*, sondern sind mehr nach hinten geneigt. Aber die Rosenstöcke scheinen ganz allgemein mit dem Alter kürzer zu werden, sich senkrechter zu stellen und von der Orbita unabhängiger zu werden. Diese Lageänderung hängt wohl mit einer Zunahme der Wölbung der Stirnbeine und einem weiteren seitlichen Heraustreten der Orbitae im höheren Alter zusammen. Vielleicht kommt noch Resorption am vorderen basalen Rand des Rosenstockes dazu. Auf jeden Fall zeigt diese Lageänderung im Laufe der individuellen postembryonalen Entwicklung, daß der Lagebeziehung des Geweihes zum Schädel kein großer systematischer Wert zukommen kann. Auch bei den Rehen entspringt der Rosenstock am hinteren äußeren Augenrand und verläuft auch schräg nach hinten. Doch gibt es einige Unterarten, bei denen er steiler steht, also dem von *Merycodus* ähnlicher ist. Dies ist besonders der Fall bei Rehen von Kleinasien (Sendschirli) im Berliner Museum für Naturkunde. Eine sehr steile, fast senkrechte Stellung über der Orbita hat auch der Rosenstock bei der schon erwähnten Abbildung Depéret's von *Capreolus buladensis* und bei *Dicrocerus*. Vor allem aber scheint die Stellung des Rosenstockes über dem Hinterrand der Orbita bei der Gattung *Hippocamelus* ganz ähnlich zu sein wie bei *Merycodus*, wenn auch die Rosenstöcke nicht so weit lateral auf dem Orbitarande stehen, wie das bei *Merycodus* der Fall zu sein scheint. In der Ansatzstelle und Stellung des Geweihes kann ich also bei *Merycodus* keinen Grund finden, ihn von den Cerviden zu trennen. Die steile Stellung des sehr kurzen Rosenstockes mag auch noch mit dem hohen Alter des Tieres zusammenhängen, dessen Zähne stark abgekaut waren. Der Ansatz über der Orbita findet sich ähnlich bei einer ganzen Anzahl rezenter und fossiler Hirsche.

Vielleicht kann man annehmen, daß das Geweih aus einer indifferenten Anlage seinen Anfang nahm, die sich ähnlich wie bei *Cervulus* als Leiste über das ganze Frontale erstreckte und sich dabei besonders auf den hinteren oberen Augenwinkel stützte. Bei der stammesgeschichtlichen Weiterentwicklung blieben dann immer nur einzelne Teile erhalten, während andere rückgebildet wurden, so daß heute die Rosenstöcke bei den Hirschen an verschiedenen Stellen des Stirnbeines sitzen.

Über die Knickung der Schädelachse äußert sich Matthew: „The cranium is short, as in antelopes, apparently more inclined to the basifacial axes than in *Antilocapra*, certainly most more so than in the deer, resembling the true antelopes most nearly in this respect." Die Knickung der Schädelachse ist etwas, das bei den Cavicorniern sich erst allmählich ausbildet und dessen Höhe bei den einzelnen Gattungen und Arten der Antilopen sehr verschieden ist. Ich kann auch aus Matthew's Beschreibung nicht entnehmen, ob bei dem Schädel von *Merycodus*, dem große Teile des Gesichts fehlen, der Winkel zwischen Basifacialachse und Basicranialachse direkt feststellbar ist oder ob ihn Matthew aus der Wölbung der Stirnbeine erschlossen hat. In dem Falle wäre zu sagen, daß auch alte Rehböcke Stirnbeine haben, deren Wölbung der von *Merycodus* nicht nachsteht. Übrigens gibt es auch Hirsche mit sehr stark abgeknickter Gesichtsachse. Bei *Hippocamelus* ist der Winkel zwischen Basifacialachse und Basicranialachse so spitz, daß man, wenn man diesen Punkt allein betrachtet, zweifeln könnte, ob er zu den Hirschen gehört. Wir stellen hier zum zweitenmal eine Ähnlichkeit zwischen *Hippocamelus* und *Merycodus* fest, so daß es sich vielleicht verlohnt, beide Tiere einmal eingehender zu vergleichen. Allerdings ist *Hippocamelus* im Gebiß primitiver, da bei ihm höchstens der letzte untere M eine erhöhte Krone hat.

Wir kommen damit zur Hypsodontie überhaupt. Sie ist bei *Merycodus* keine absolute. Matthew beschreibt sie an 3 Stellen folgendermaßen: „Molars and premolars more hypsodont than in any Cervidae, considerably less than in *Antilocapra* and most true antelopes." „The anterior premolars and anterior molars are less hypsodont in proportion to the posterior ones than in the pronghorn." „Teeth hypsodont most nearly resembling those of *Antilocapra*, but retaining certain primitive characters." Die hochkronigen Backenzähne werden wir von solchen mit niedriger Krone ableiten müssen. Aber Hochkronigkeit stellt eine Anpassung an eine ganz bestimmte Nahrung dar und kann somit von verschiedenen Stämmen selbständig erworben werden. Niemand wird für *Ceratorhinus sumatrensis* und *Coelodonta simum* zwei verschiedene Familien annehmen, weil das erstere kurzkronige, das letztere hochkronige Backenzähne hat. Ja man hat sogar bei der Familie der Rhinoceridae sich nicht gescheut, Tiere mit hoher oder niedriger Zahnkrone in einer Gattung

zu vereinigen, z. B. in der Gattung *Rhinoceros*. Auch wissen wir durch Brauer (Sitzber. Kgl. Preuß. Akad. d. Wissensch. 19. Bd. 1916), daß bei den Hyraciden sich alle möglichen Übergänge zwischen Tieren mit brachyodonten und hypselodonten Zähnen finden, ohne daß bei der sonstigen Geschlossenheit jemand daran gedacht hätte, die Gattungen *Dendrohyrax* und *Procavia* als zwei Familien aufzufassen. Und so haben auch gar nicht alle lebenden Hirsche die außerordentlich kurzkronigen Backenzähne, wie sie z. B. das Renntier besitzt; schon bei unserem Edelhirsch ist die Krone des letzten unteren Backenzahnes erheblich höher. Besonders hochkronige Zähne hat aber die schon erwähnte Gattung *Rusa*, aber auch noch eine Anzahl andere Hirsche. So entspricht es nicht den Tatsachen, wenn Schlosser in die Diagnose seiner Unterfamilie Cervinae aufnimmt: „Backenzähne brachyodont." Mindestens die letzten des Unterkiefers sind bei einer ganzen Anzahl hypsodont, wenn mir auch eigentliche Säulenzähne bei ihnen nicht bekannt sind. Auf jeden Fall entspricht es besser den Tatsachen, mit Max Weber (Die Säugetiere. Jena 1904) vom Gebiß der Cervidae zu sagen: „Wenigstens der erste obere M ist brachyodont." Wenn bei den Hirschen mit hochkronigen Backenzähnen dieses Merkmal leicht übersehen wird, so liegt das wohl daran, daß die Krone sich bei ihnen sehr schnell abnützt, so daß sehr bald von der Hypsodontie bei flüchtiger Betrachtung nichts mehr zu merken ist. Diese schnelle Abnützung der Krone der Backenzähne hat möglicherweise *Merycodus* auch besessen, wenigstens fand Matthew bei seinem Exemplar die Zähne stark heruntergekaut. Auf jeden Fall ist die Hypsodontie von *Merycodus* ebenfalls kein Grund, diese Gattung von der Familie der Hirsche zu trennen.

Was schließlich die Wirbel und Extremitätenknochen anbelangt, so liegen namentlich für die Wirbel wohl überhaupt noch zu wenig Untersuchungen vor, um sie zur Bestimmung verwandtschaftlicher Verhältnisse der Säugetiere zu benützen. Auch weiß ich nicht, ob Matthew außer *Odocoileus* noch eine erhebliche Zahl verschiedener Hirscharten untersucht hat. Der Atlas mit den lang nach hinten ausgezogenen Flügeln scheint mir z. B. typisch cervin zu sein. Und aus einer Übereinstimmung der Form der Extremitätenknochen ist man wohl nur berechtigt, auf die gleiche Lebensweise zu schließen.

Alles in allem sehe ich keinen Grund, *Merycodus* aus der Familie der Cervidae herauszunehmen. Ob man auf Grund des Fußbaues („lateral toes on both fore and hind feet represented by tiny vestiges of the three phalanges") eine besondere Unterfamilie der Cervidae, nämlich die der Merycodinae, aufstellen soll, ist vielleicht erwägenswert und mag bejaht werden.

Besprechungen.

Beck-Berg: Abriß der Lehre von den Erzlagerstätten. In Anlehnung an die dritte Auflage des Lehrbuches und unter Benutzung hinterlassener Aufzeichnungen von Richard Beck, weil. Professor an der Bergakademie in Freiberg, bearbeitet durch Georg Berg, Bergrat an der Geol. Landesanstalt in Berlin. Gr. 8^0. 408 p. mit 144 Figuren im Text. Berlin, Verlag von Gebr. Borntträger, 1922. Preis 120 Mk. (i. April 1922).

Die Anlage des vorliegenden Abrisses der Lagerstättenlehre ist ungefähr dieselbe geblieben, wie sie R. Beck der dritten Auflage seines zweibändigen Lehrbuches zugrunde gelegt hatte, jedoch alles, dem geringeren Umfang entsprechend, in gedrängter Kürze dargestellt. In der jetzigen Zeit der hohen Bücherpreise sind derartige kürzere Werke notwendig; aus der gleichen Überlegung ist schon manches Buch der letzten Jahre hervorgegangen.

Verhältnismäßig kurz werden I. die Magmatischen Erzausscheidungen und II. die Kontaktlagerstätten behandelt; ausführlich, ihrer großen Bedeutung und Mannigfaltigkeit entsprechend III. die Erzgänge: hierbei werden die alten Freiberger Namen wie „karbonspätige Bleierzformation“ und die bisherige Einteilung in der Hauptsache beibehalten. Es folgen IV. Epigenetische Erzstöcke und, getrennt davon, V. Sulfidische Erzlager meist epigenetischer Entstehung. VI. Erze als Sedimentgesteine. VII. Die Hutbildungen und VIII. Deuterogene Lagerstätten. In einem kurzen Anhang werden Winke für die Aufsuchung von Erzlagerstätten gegeben.

Die ungeheure Fülle des Wissenstoffes verlangt für den gegebenen Raum knappe Darstellung, und da vielfach für die Bildungsweise des gleichen Erzlagers — man denke nur an unseren viel durchforschten Kupferschiefer — verschiedene Ansichten sich gegenüberstehen, war es wohl nicht gut möglich, jede zu Wort kommen zu lassen. So ist es doch nur eine Ansicht, daß die Manganerze, die dem devonischen Massenkalk in Hessen (Lindner Mark bei Gießen) aufgelagert sind, „typische Verwitterungslagerstätten“ seien. Nicht ganz richtig ist, wenn von den Roteisensteinlagern des Dillenburger Gebietes gesagt wird, daß sie zwischen mitteldevonischem Schalstein und oberdevonischem „Massenkalk“ liegen; diese Bezeichnung wird für den mitteldevonischen Stringocephalenkalk gebraucht. Hier handelt es sich überhaupt nicht um einen „Massenkalk“, das Hangende der Eisensteinlager wird vielmehr von ganz dünnen Bänkchen eines plattigen, mit Cypridinenschiefer wechsellagernden Kalksteins gebildet, der als Äquivalent des Adorfer Kalkes angesehen wird (Lotz, in Erläuterungen zu Blatt Oberscheld, p. 56). Die spärlichen

Kupfererze im Melaphyr des Nahegebietes werden sowohl bei der „Spätigen Kupfererzformation“ wie bei der „Zeolithischen Kupfererzformation“ aufgeführt, und von den ersteren wird gesagt, „daß das Erz offensichtlich aus einem primären Kupfergehalt des Melaphyrgesteins durch sekundäre Wanderung entstanden“ sei. Daß zu diesen „spätigen Kupfererzgängen“ auch die Siegerländer Spateisensteingänge gestellt werden, weil sie Kupferkies führen, zeigt doch die Mängel dieser Systematik. Daß man in den Konglomeraten von Witwatersrand noch in einer Tiefe von 12000 m bauwürdiges Erz gefunden habe (p. 326), wird glaubhaft, wenn man die letzte Null streicht. Und ist das Schwarze Meer tatsächlich 2370 m tief? (p. 300.) — Diese Bemerkungen sollen nur das oben Gesagte belegen. Das Werk in seiner ganzen Anlage, Reichhaltigkeit des Inhaltes bei mäßigem Umfang wird sicher in weiten Kreisen dankbare Abnehmer finden. **R. Brauns.**

Th. Svedberg (Upsala): Die Methoden zur Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe. Ein Hand- und Hilfsbuch für die Chemie und Industrie der Kolloide. Dritte Auflage (unveränderter Abdruck d. 2. Aufl.). 8°. XII u. 507 p. mit 60 Abbild., zahlreichen Tabellen u. 3 Tafeln. Ladenpreis geheftet 240 Mk. Dresden u. Leipzig. Verlag von Theodor Steinkopff. 1922.

Kolloide spielen auch in der Mineralogie eine immer größere Rolle, indem manche Mineralien selbst Kolloide sind, viele andere aber aus Kolloiden hervorgegangen sind. Darum sei auf dieses sorgfältig durchgearbeitete Werk, begleitet von einem umfangreichen Literaturverzeichnis, auch an dieser Stelle hingewiesen.
R. Brauns.

T. V. Barker: Graphical and Tabular methods in crystallography. London, bei Murby, 1922. 152 p. 99 Textfig. 2 Tab.

Mit diesem Buch hat Verf. unserer Wissenschaft einen recht wesentlichen Dienst geleistet. Die graphischen Methoden (unterstützt durch Tabellen) auf Grund der Projektion führen sich immer mehr ein. Es wird durch dieselben gegenüber der trigonometrischen Berechnung viel Zeit erspart. Die Genauigkeit der graphischen Berechnung ist für die meisten Fälle ausreichend; so zur Bestimmung des Kristallsystems und der Symbole. Auch für die Elemente, wenn es sich nicht um Neubestimmung handelt, bei der die letzte erreichbare Genauigkeit angestrebt wird. Ja, es gibt Fälle, bei denen die graphische Berechnung genauer ist, als die algebraische. So, wenn man bei Berechnung auf wenige und schwankende Daten angewiesen ist, deren Ausgleich unter sich graphisch am zuverlässigsten gemacht werden kann.

Barker ist einer der führenden englischen Mineralogen. Wir verdanken ihm eine Reihe ausgezeichneter Arbeiten. Er hat in das Buch nicht aufgenommen, was er nicht gründlich studiert und in der Anwendung geprüft hatte. Er hat die von den verschiedenen Autoren eingeführten graphischen Methoden zusammengestellt und für jede Frage sorgfältig die Literatur angegeben, so daß der Leser überall den Weg zu den Quellen findet und sich selbst eine Meinung bilden kann.

Der Inhalt des Buches ist aus den Namen der Kapitel ersichtlich: Kap. 1: Der kristallographische Protraktor (Maßstab) nach Barker's Konstruktion. Kap. 2: Herstellung des stereographischen Projektionsbildes. Kap. 3: Die gnomonische Projektion und ihre Beziehung zur stereographischen. Kap. 4: Graphische Bestimmung der Indizes. Kap. 5: Kristallzeichnen. Kap. 6: Kristallberechnung. Kap. 7: Die vier verwandten Projektionen und ihre kristallographische Geschichte. Kap. 8: Ein neues Arbeitssystem. Kap. 9: Auflösungen zu den Übungsaufgaben. Anhang 1: Tabelle der natürlichen Tangenten und Cotangenten. Anhang 2: Einige nützliche Formeln. Anhang 3: Tabelle der vielfachen Tangenten. Ein Autoren- und Sachregister schließt das Buch.

Wenn Ref. nicht in allen Einzelheiten die Wege nehmen möchte, die Verf. vorschlägt (Kap. 8), so liegt das daran, daß Ref. seine eignen Wege zu gehen gewohnt ist, während Barker den Vorschlägen aller unbefangen gegenübersteht. Er hat dabei den Leistungen anderer viel Wertvolles aus seinem Eignen zugefügt. Das Buch möge der Beachtung und Anwendung seitens der arbeitenden Kristallographen angelegentlich empfohlen werden.

V. Goldschmidt.

Berichtigung.

Im CBl. 1922, No. 2, p. 35 ist in der zweiten Zeile der Überschrift statt Kaspopinskaja zu setzen: Raspopinskaja.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über isotrop gewordene Kristalle.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

(Schluß.)

IV. Art des Zustandes isotropisierter Kristalle.

Dieser eigentümliche Zustand ist formal vielleicht am ehesten vergleichbar einer Dispersion, bei welcher zahlreiche ungeordnete Teilchen in einem sehr feinen (amikroskopischen) Netzwerk von (sehr wenig) Substanz gleicher chemischer Zusammensetzung, aber einheitlich kristalliner Anordnung, etwa wie in den Lücken sogen. gestrickter Formen, verteilt sind. Das umgekehrte Verhältnis: Dispersion feiner kristalliner Teilchen in isotropen gleicher chemischer Zusammensetzung, das dem Zustand einer unterkühlten Schmelze entsprechen würde, in der beim Erwärmen zahllose in dieser vorhandene amikroskopische Keime durch ihr Anwachsen sichtbar werden, kommt offenbar nicht in Frage.

Derartige Dispersionen kannte man bisher nicht. In den Zeolithen liegt zwar ebenfalls ein einheitlich kristallines System vor, in dem Wasser oder statt dessen auch andere Stoffe in wechselnden Mengen verteilt sind; aber abgesehen davon, daß beim Gadolinit dispergierte Phase und Dispersionsmittel von gleicher chemischer Zusammensetzung sind, im Falle der Zeolithe dagegen nicht, daß ferner die Menge des Dispersionsmittel (die kristallinen Teile) im Gadolinit ganz geringfügig ist, in den Zeolithen dagegen von gleicher Größenordnung wie die Menge des dispergierten, muß man annehmen, daß die dispergierte Phase in den Zeolithen, wenn auch weniger als in den Salzhydraten des Wassers, in gewissem Grade mit dem Dispersionsmittel verknüpft ist [1]. Denn der Gehalt an Wasser beeinflußt bekanntlich die optischen Eigenschaften der Zeolithe in hohem Grade, während beim Gadolinit ein Einfluß der beigemengten isotropen Phase auf die optische Orientierung der kristallinen nicht bemerkt ist. (Ein Einfluß auf den Brechungsexponenten findet statt, ist aber nicht gemessen) (vgl. auch Brögger's Beobachtungen am Fergusonit unten p. 761).

[1] Es wäre von Interesse, zu erfahren, ob sich das Zeolithwasser bei der Reflexion der Zeolithe im Ultrarot wie freies Wasser oder wie Kristallwasser verhält. Nach den Versuchen von Käthe Brieger (Ann. Phys. [4.] **57**. 303. 1918) scheint es von beiden abzuweichen.

Die Art der Entstehung dieser Dispersion erinnert an die für die Gewinnung kolloider Metalle benutzte elektrische Zerstäubung. Da die Reichweite der α-Strahlen gleich der vieler Atomabstände ist, würde vermutlich eine geringe Menge radioaktiver Substanz ausreichen, um große Gebiete im Kristall zu zerstören, zumal ihr Ionisationsvermögen ein außerordentlich großes ist. Die zunehmende Ionisierung der bestrahlten Verbindung würde auch die Zunahme ihrer chemischen Reaktionsfähigkeit und den starken Einfluß steigender Temperatur auf Rückbildung des kristallinen Zustandes verständlich machen.

Im Uranpecherz, Thorianit und anderen Kristallen, die große Mengen radioaktiver Stoffe enthalten, wird die Zerstörung eine besonders weitgehende sein, auch deshalb, weil sich in ihnen mit zunehmendem Alter ihrer Kristalle merkliche Mengen der durch den Zerfall entstehenden Elemente ganz anderer Art (außer He schließlich Blei-Isotope) anhäufen, vielleicht mehr als mit der kristallographischen Ordnung verträglich ist, so daß bei ihnen dann auch eine Regenerierung durch Erhitzen nicht mehr möglich ist.

Der Dispersitätsgrad in den z. T. oder ganz isotropisierten Massen wäre offenbar als sehr hoch anzunehmen, da sie im allgemeinen nicht optisch trüb sind[1]. Untersuchungen über die Struktur der Kristalle von Pyrochlor, Fergusonit, Gadolinit von Ytterby, Bröggerit und Thorianit sind bereits 1916 von Vegard[2] angestellt, und zwar nach der Methode der Bragg's. Bei Thorit wurde keine Spur von Reflexion mehr erhalten. Ebensowenig ist von solchen Kristallen noch ein Laue-Diagramm zu erwarten, was Versuche von Rinne[3] am Gadolinit bestätigt haben. Dagegen schien es möglich, nach der Methode von Debye-Scherrer noch Aufschlüsse über das Verhältnis der kristallinen Phase zu der isotropisierten und rekristallisierten und den etwaigen Dispersitätsgrad zu erhalten. Herr Dr. Küstner, damals hier Assistent in Abt. I des Instituts für Experimentalphysik, hatte die Güte, die Aufnahmen zu machen, wofür ihm auch hier herzlich gedankt sei. Sie wurden mit einer Debye-Kamera neuer Konstruktion gemacht, die nicht Ringe sondern Linien gibt und über die Herr Dr. Küstner demnächst besonders berichten wird[4].

Die Zahlen der folgenden Tabelle geben den Abstand zweier entsprechender Linien des Spektrogramms, rechts und links vom

[1] Manche Zirkone sind sehr trüb, aber es ist nicht festzustellen, wie weit Sprünge, Einschlüsse usw. dies verursachen; dasselbe gilt von Tritomit, Eukolit u. a. Manche regenerierte Gadolinite zeigen aber die Farben trüber Medien.

[2] Vegard, Phil. Mag. (6.) **32**. 65. 1916.

[3] Rinne, Leipziger Ber. **67**. 303. 1915.

[4] inzwischen erschienen in Zeitschr. f. Phys. **10**. 41. 1922.

Durchstoßpunkt des Primärstrahls. Sie wurden erhalten an sehr feinem Pulver von

a) einem sehr gut ausgebildeten, großen Kristall von Gadolinit von Hitterö (Göttinger S.), der noch lebhaft doppelbrechend, anscheinend völlig intakt war;

b) u. c) von einem derben Vorkommen von Ytterby, nachdem beide, erst völlig isotrop, durch 35′ anhaltendes Erhitzen auf 1000—1120° anisotrop gemacht waren;

d) wie vorher, nicht erhitzt, ergab keine Spur von Linien.

a	b	c	e Mittel von b und c	Differenz e — a	d
20,4	20,8	20,9	20,85	+ 0,45	—
22,8	23,0	23,2	23,1	+ 0,3	—
25,3	25,5	25,6	25,55	+ 0,25	—
29,3	29,5	29,6	29,55	+ 0,25	—
—	33,5	33,8	33,65	—	—
34,8	35,0	35,2	35,1	— 0,3	—
37,2	37,5	37,6	37,55	+ 0,35	—
40,0	39,8	39,9	39,85	— 0,15	—
—	41,8	41,9	41,85	—	—
—	47,5	47,3	47,4	—	—

Der Vergleich der Kolonne a u. e, sowie der vorletzten Kolonne mit den Unterschieden von b u. c läßt erkennen, daß der wieder kristallin gemachte Gadolinit innerhalb der Fehlergrenze mit dem ursprünglich kristallinen durchaus übereinstimmt. Da der isotrope Gadolinit ganz ebenso wie die andern behandelt ist, und die Debye-Methode bei kolloiden Metallen, geglühter kolloidaler SiO_2, Silberhalogeniden u. a. die kristalline Struktur noch erkennen läßt, kann man schließen, daß die Trümmer im isotropisierten Gadolinit, falls sie noch Kristallstruktur haben, von atomaren Dimensionen sind. Daraus würde, selbst wenn die chemischen Bindungen nicht zerstört sind, die im allgemeinen größere chemische Reaktionsfähigkeit der isotropisierten Phase erklärlich werden. Daß auch im optisch merklich isotropen Mineral doch noch kristalline Teilchen als Keime vorhanden sind, wie oben angenommen, wird durch das Ergebnis der Röntgen-Untersuchung nicht widerlegt; denn, wie oben auseinandergesetzt, würde eine Verminderung der Doppelbrechung auf nur $\frac{1}{10}$ des ursprünglichen Betrages die Zahl der geordneten Teilchen schon auf $\frac{1}{1000}$ reduzieren, so daß, da hier für kristalline und isotrope Pulver annähernd gleiche Bestrahlungszeiten in Frage kommen, bei ihnen ein merklicher Debye-Effekt nicht mehr zu erwarten wäre.

Zur näheren Charakterisierung des isotropisierten Gadolinit gegenüber seinem, etwa durch schnelle Abkühlung seiner Schmelze erhaltenen Glas, wäre ein Vergleich ihrer Dichte und Brechung wünschenswert gewesen, indessen gelang es nicht von den optisch und röntgenographisch untersuchten Massen ein hinreichend klares, blasenfreies Glas zu erhalten. In einer Probe zeigten sich nach schneller Abkühlung Aggregate doppelbrechender Körner (vgl. auch Liebisch l. c.). Das Verhältnis der Dichten zwischen isotropisiertem und kristallinem Material ist, wie oben gezeigt, von derselben Größenordnung wie zwischen gewöhnlichen glasigen und kristallinen Modifikationen anderer Stoffe.

K. Schulz[1] hat die spezifische Wärme des Gadolinit von Hitterö (kristallin) und von Ytterby (isotrop), und zwar beide vor und nach dem Glühen (wodurch letzterer auch kristallin wurde) ermittelt und gefunden, daß die Unterschiede zwischen isotropem und wieder kristallin gemachtem etwa von derselben Größe waren wie von kristallinem Gadolinit vor und nach dem Erhitzen. Sie sind auch etwa von derselben Größe und demselben Vorzeichen wie bei Adular, Mikroklin und Spodumen einerseits und deren Glas andererseits (während sie bei Quarz zwar auch von ungefähr derselben Größe, aber von entgegengesetztem Vorzeichen sind, wobei es aber wohl willkürlich ist, von den verschiedenen kristallinen Modifikationen des SiO_2 gerade Quarz mit dem „Quarz"glas zu vergleichen).

Daß ein wesentlicher Unterschied zwischen unterkühlter Schmelze und isotropisiertem Kristall vorliegt, läßt sich demnach, trotz der so verschiedenen Entstehung beider, nicht zeigen. Die Bildung eines einzigen Kristalls statt eines Aggregates erklärt sich hinreichend durch die All-Anwesenheit eines kristallinen Restes; die Geschwindigkeit des Wiederkristallinwerdens bei so starker Unterkühlung ist zwar bei Silikaten sonst nicht beobachtet, ist aber auch hier z. T. wohl nur scheinbar: denn da man annehmen darf, daß die Keime hier überall in der isotropen Phase fein verteilt sind und gleichzeitig auf die Regenerationstemperatur kommen, wird das Wachstum längs einer sehr großen Oberfläche nahezu gleichzeitig einsetzen und mit derselben mittleren Geschwindigkeit wie die Regenerationsisotherme fortschreiten. Andererseits wird sie hier aber vermutlich durch die Einheitlichkeit der entstehenden kristallinen Phase (Kleinheit der entstehenden Grenzflächen) vergrößert und die dadurch bewirkte rasche Wärmeentwicklung (Temperatur-Anstieg beim Erglimmen, d. i. also Verminderung der Unterkühlung um mehrere hundert Grad) mag sie explosionsartig vergrößern.

Es scheint möglich, mir aber nicht gerade wahrscheinlich, daß bei der Isotropisierung die Teilchen nur eine translatorische, keine

[1] K. Schulz, dies. Centralbl. 1912. p. 396 u. 481.

Dreh-Bewegung erfahren (im Gegensatz zum Übergang von der kristallinen in die flüssige Phase); daß solche translatorischen Bewegungen (wieder im Gegensatz zu Flüssigkeiten) auch nur einen atomaren Betrag haben, derart, daß die verschobenen Teilchen gewissermaßen in Resonanzweite von kristallinen Resten bleiben (und sich also schnell wieder kristallin sammeln können, wenn jene bei Temperaturerhöhung ihre Schwingungen verstärken), ist angesichts der starken mechanischen Effekte schon der Kanalstrahlen kaum anzunehmen.

Andererseits läßt sich auch nicht wahrscheinlich machen, daß die Isotropisierung von erheblichen chemischen Änderungen begleitet sei (wie es beim Schmelzen ja öfter der Fall ist), im besonderen bin ich mit Liebisch (l. c.) der Meinung, daß das Entweichen von He keineswegs ein Beweis dafür ist, wie Ramsay meinte; denn das Entweichen von eingeschlossenen Gasen wäre vom gewöhnlichen Glas beim Kristallisieren auch zu erwarten. Hätte bei der Isotropisierung eine Auflösung des chemischen Verbandes stattgefunden, so würde, zumal die Temperatur bei der das Wiederkristallinwerden stattfindet, mehrere hundert Grad unter der Schmelztemperatur liegt und auch sonst die äußeren Bedingungen kaum denen bei der Entstehung entsprechen dürften, wohl schwerlich dieselbe chemische Verbindung wieder entstanden sein.

Daß die Kristalle bei der Isotropisierung nicht zu Pulver zerfallen, mag z. T. daran liegen, daß sie ganze geologische Perioden hindurch unter sehr starkem Druck gehalten und dabei auch wohl erschüttert sind. Ein solcher Druck scheint wohl imstande, auch einem unregelmäßigen Haufwerk feinster Teilchen eine Art dichtester Packung zu geben, die natürlich mit der bei Annahme der Kristallstruktur nicht identisch sein wird, aber doch der Art, daß sie nicht ohne eine gewisse Zufuhr von Energie verlassen werden kann (also Form-Elastizität hat). Daneben werden aber sicher auch innere Kräfte wirksam sein, vermutlich dieselben, die auch die Kohäsion der Gläser verursachen.

V. Paragenese und geologische Verhältnisse der isotropisierbaren Minerale.

Andere Minerale mit radioaktiven Stoffen.

Die vorher geschilderten Eigentümlichkeiten kehren an einer ganzen Reihe anderer Minerale einzeln oder zusammen wieder, die alle durch einen Gehalt an radioaktiven Stoffen ausgezeichnet sind. In die folgende Übersicht (die keinen Anspruch auf Vollständigkeit macht) sind, auch um die Paragenese der radioaktiven Stoffe mit seltenen Erden in Erinnerung zu bringen und ihres geologischen Interesses wegen, auch einige Minerale aufgenommen, die in dieser Richtung noch kaum untersucht, aber mindestens verdächtig sind.

Zirkon. Am Zirkon haben seit lange die Schwankungen der Dichte, Brechung, Doppelbrechung, Färbung, Härte und Spaltung die Aufmerksamkeit erregt. Nach der von Koechlin[1] gemachten Zusammenstellung schwankte die Dichte bei 100 Zirkonen zwischen 4,00 und 4,863. Diejenigen zwischen 4,00 und 4,35 waren weicher als Quarz[2], meist grün, während bei jenen oberhalb 4,35 die Härte größer war als Quarz, die Farbe meist nicht grün. Da aber das benutzte Material z. T. vielleicht schon geglüht war, manche Zirkone auch stark zonaren Bau (mit verschieden starker Doppelbrechung und also auch wohl Dichte) aufweisen, scheint die Trennung in obige zwei Gruppen nicht sehr sicher. Stevanowicz[3] unterschied 3 Klassen:

a) Dichte 4,0 vor und nach dem Glühen;
b) „ 4,7 „ „ „ „ „
c) „ 4,0—4,7; verändert nach starkem Glühen.

Diese Gruppen könnte man so zu deuten geneigt sein, daß b) normalen durch α-Strahlung nicht veränderten Zirkonen entspricht, c) solchen, die durch Strahlung mehr minder isotropisiert, aber chemisch noch unzersetzt sind und auch noch Spuren kristallinischer Masse enthalten, so daß sie regeneriert werden können, a) würde jene Kristalle umfassen die völlig isotropisiert sind, keine Keime mehr haben oder auch, weil chemisch zersetzt, nicht mehr regenerierbar sind. Aber so einfach liegen die Sachen offenbar doch nicht, denn die Kristalle unter a) haben z. T. noch Doppelbrechung, wenn auch schwache; ferner beobachtete Stevanowicz einen Kristall von Ceylon, der nach dem Erhitzen unter Farbenänderung und plötzlicher Lichtentwicklung klar wurde, aber keine Erhöhung der niedrigen Brechung und Doppelbrechung und sogar eine geringe Abnahme seiner (trotz normaler Zusammensetzung) sehr geringen Dichte (4,06) erfahren hatte.

Auch Spencer[4] beobachtete nach dem Glühen Änderung der Farbe von braun in grün, zugleich Zunahme der Durchsichtigkeit, dabei aber z. T. keine Änderung der sehr niedrigen Dichte, z. T. nur eine Steigerung von 4,1 auf 4,2 und nur geringe Verstärkung der Doppelbrechung in Teilen, die vorher nur schwache hatten.

Da die Kristalle nach Angaben von Brögger u. a. z. T. sehr von feinen Sprüngen durchsetzt sind, so daß sie vielleicht Wasser mechanisch festhalten können, andere möglicherweise chemisch zersetzte wasserhaltige isotrope Schichten enthalten, die von bloß isotropisierten bisher naturgemäß nicht unterschieden sind und An-

[1] Koechlin, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **22**. 368. 1903.

[2] Auch wenn man annimmt, daß diese, vielleicht unter Wasseraufnahme, schon zersetzt sind, erscheinen doch die Schwankungen der Dichte bei den übrigen (4,35—4,863) außerordentlich groß, wenn man bedenkt, daß die chemische Zusammensetzung fast konstant ist.

[3] Stevanowicz, Zeitschr. f. Krist. **37**. 247. 1903.

[4] Spencer, Min. Mag. **14**. 33. 1904.

gaben über die Dichte und ihre Änderung nur bedingten Wert haben, da unveränderte und veränderte Schichten miteinander abwechseln, ist einstweilen nicht festzustellen, ob nicht auch andere als radioaktive Vorgänge die Ursache obiger Erscheinungen sind.

Im Zirkon sind (auch abgesehen vom Orangit u. ä.) wiederholt kleine Mengen von Th und Ur, wie auch von seltenen Erden chemisch nachgewiesen; unabhängig davon ist ihre Radioaktivität durch die pleochroitischen Höfe und die Wirkung auf die photographische Platte hinreichend erwiesen [1].

Eudialyt und Eukolit. Hier werden zwar in den bisherigen Analysen nur Ce- und Y-Erden, nicht auch Ur und Th angegeben, aber manche Erscheinungen sind bei ihnen sehr ähnlich denen am isotropisierten Gadolinit. Flink [2] beobachtete isotrope Partien neben schwach doppelbrechenden, welch letztere an Sprünge gebunden waren, die das Mineral netzförmig durchzogen; eine scharfe Grenze zwischen beiden fehlte. Er schließt: Da die Sprünge offenbar sekundär sind, müssen es auch die doppelbrechenden Teile sein; damit erscheint aber unvereinbar, daß ihre doppelbrechenden Teile zu gleicher Zeit auslöschen. Er nimmt daher an, daß der Eudialyt ursprünglich doppelbrechend gewesen, dann aber durch Veränderung seiner Molekular-Anordnung isotrop geworden sei, endlich seien die Sprünge entstanden und zu beiden Seiten derselben sei er wieder doppelbrechend geworden. Flink nimmt also das an, was am Gadolinit tatsächlich beobachtet ist. Ussing [3] fand ebenfalls an grönländischen Kristallen viel stärkere Doppelbrechung in der Nähe von Sprüngen, auch dauernde Änderung der Farbe und Doppelbrechung (aber auch Trübung!) beim Erhitzen und auch Rosenbusch [4] berichtet ähnliches.

Da nach Ramsay [5] dem Eudialyt sehr gute Spaltbarkeit nach (0001) zukommt, wäre hier vielleicht Gelegenheit, Isotropisierung auch nach den Kohäsionseigenschaften festzustellen.

Im Orthit (Allanit) sind außer seltenen Erden auch kleine Mengen von Ur und Th gefunden und Verglimmung beobachtet. Hinsichtlich des optischen Verhaltens muß man wohl unterscheiden zwischen dem Wechsel desselben in den Anwachszonen infolge ungleichen Gehaltes an den einzelnen seltenen Erden, die nach Brögger (l. c.) ein Schwanken der Auslöschung in (010) von 41° bis etwa zu dem Wert von Epidot nach sich ziehen, und dem Wechsel der Färbung von grün in braun und namentlich in der

---

[1] Gudden (l. c. p. 34) fand im Zirkon der pleochroitischen Höfe 0,04—0,1 % Uran.

[2] Flink, Meddelelser om Grönland. XXIV. 91. 1899.

[3] Ussing, N. Jahrb. f. Min. etc. 1901. I. -40-.

[4] Rosenbusch, Mikr. Phys. I. 2. 120.

[5] Ramsay, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 8. 725. 1893.

Stärke der Doppelbrechung (die bis auf Null sinken kann) und ebenfalls den Anwachsschichten folgt. Bemerkenswert ist namentlich, daß außer vollkommen isotropen Zonen (die ja auf einer Zersetzung in kolloide Substanz beruhen könnten) auch solche vorkommen die ganz schwach, aber einheitlich doppelbrechen.

Zenzén[1] gibt eine Übersicht über die starken Schwankungen der Brechung und Dichte; leider ist l. c. nicht angegeben, ob die Orthite mit niedriger Dichte (sie schwankt von 4,15—2,50!) noch physikalisch homogen sind, es ist aber nicht wahrscheinlich, da auch stark wasserhaltige in die Liste aufgenommen sind. Den Schwankungen der Dichte entsprechen nach Borgström und Laitakari[2] strahlige Zerbrechungsrisse im umgebenden Plagioklas.

Da um die Orthite vielfach pleochroitische Höfe beobachtet sind, auch Einwirkung auf die photographische Platte[3], muß man den Orthit zu den typischen Vertretern isotropisierbarer Kristalle rechnen.

Im Homilit, der ja dem Gadolinit kristallographisch sehr nahesteht, sind bisher nur seltene Erden, keine radioaktiven Bestandteile nachgewiesen. Es scheint, man muß hier, wie beim Orthit, isomorphe Schichtung mit entsprechendem Wechsel der optischen Eigenschaften (namentlich der Auslöschungsschiefe) und radioaktive Wirkung auseinanderhalten. Auf Rechnung der letzteren scheint aber, auch nach Brögger's (l. c. p. 135) Darlegung, der starke Wechsel in der Stärke der Doppelbrechung (bis zur Isotropie) und der Färbung zu setzen sein; allerdings scheinen außerdem sekundäre chemische Umwandlungen vorzukommen.

Titanit hat bekanntlich zuweilen einen Gehalt an seltenen Erden und dann z. T. ähnlichen farbigen Schimmer wie manche Zirkone, indessen sind optische Besonderheiten bisher nicht sicher[4] bekannt, obwohl pleochroitische Höfe um Titanit älterer Gesteine öfter zu sehen sind.

Apatit. Brögger (l. c. p. 71) erwähnt die bereits von Scheerer und Hausmann beschriebenen Cer-haltigen Apatite von Fredrikswärn, Laurvik u. a., in denen einzelne Zonen in eine amorphe Substanz umgewandelt sind. Diese Zonen sind außerordentlich reich an Cer und erinnerten Brögger durchaus an die isotropen Zonen mancher Zirkone. Nach Flink[5] enthalten auch die Kristalle

[1] Zenzén, N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. II. -281-.

[2] Borgström, Bull. Comm. géol. Finld. **41**. 25. 1914 und Laitakari, das. **54**. 82. 1921.

[3] O. Mügge, dies. Centralbl. 1909. 148.

[4] Die von Busz (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **5**. 345. 1887) angegebene niedrige Doppelbrechung des Titanit vom Wildkreuzjoch (0,0129 für Na!) weicht allerdings stark von allen andern ab. Busz scheint dies nicht aufgefallen zu sein, ebensowenig der dort angegebene Achsenwinkel für Keilhauit von Buoe (mit merklichem Gehalt an seltenen Erden).

[5] Flink, Meddelelser om Grönland. **24**. 173. 1899.

von Narsarsuk ca. 5 % seltene Erden und zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Oberfläche wie von weißem Schmelz überzogen ist und daß sie selbst im Dünnschliff nur wenig durchsichtig werden, ohne daß allerdings eine Abweichung hinsichtlich der Doppelbrechung zu bemerken wäre.

Da nach Rosenbusch (l. c. I. 1. 346) um Apatit zuweilen pleochroitische Höfe zu sehen sind, was ich nach vielfachen Beobachtungen namentlich an nordischen Gesteinen [1] bestätigen kann, ist kaum zweifelhaft, daß er außer seltenen Erden zuweilen auch radioaktive Stoffe enthält, und es scheint wohl möglich, daß die angeführten Besonderheiten von solchen herrühren.

Xenotim und Monazit. Es ist auffallend, daß von diesen beiden Mineralen mit ihrem vielfach hohen Gehalt an Th (neben seltenen Erden) Isotropisierungserscheinungen bisher nicht beschrieben worden sind. Im Monazit sind allerdings von Penfield [2] u. d. M. isotrope Flecke beobachtet, die aber dem eingeschlossenen Thorit zugehören sollen. Pleochroitische Höfe um Monazit in Biotit und Cordierit erwähnt Backlund [3].

Fergusonit enthält neben seltenen Erden erhebliche Mengen von Th und Ur, und von Ramsay und Travers [4] ist hier auch ein Gehalt von 0,0326 % He nachgewiesen zu einer Zeit, wo dessen Bedeutung für die radioaktiven Umwandlungen noch nicht erkannt war. Nach Hidden und Mackintosh [5] veränderte sich die Farbe von Massen der Dichte 5,49 [6] beim Erhitzen von Braun in Grün und die Massen erglimmten plötzlich, während solche von der Dichte 4,36 4,48 (die viel Wasser enthielten!) dies nicht taten. Ähnliches beobachtete Prior [7] an Kristallen von Ceylon der Dichte 5,49, an denen er auch feststellte, daß sie dann doppelbrechend wurden. Dagegen erglimmten auch hier solche ebenfalls isotrope Massen nicht, die die Dichte von 5,023 hatten; sie waren vermutlich unter Wasseraufnahme (4,58 %) schon zersetzt. Brögger [8] beobachtete neben ganz isotropen Kristallen („metamikte") auch tiefbraune mit zonarem Bau und Adern gelblicher Substanz; sie erglimmten (namentlich solche von Högtveit), wurden blaßgrün, rissig

[1] Sehr schön im postbottnischen Diorit von Teiskola Teisko (Tammerfors).

[2] Penfield, Amer. Journ. of Sc. **24**. 250. 1882 u. **36**. 317. 1888.

[3] Backlund, Geol. För. Stockholm. Förhandl. 1918. 125.

[4] Ramsay u. Travers, Zeitschr. Phys. Chemie. **25**. 371. 1893.

[5] Hidden u. Mackintosh, Amer. Journ. of Sc. **38**. 474. 1889. Zeitschr. f. Krist. **19**. 88. 1891.

[6] Die von Simpson (N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. I. -368-) an westaustralischen Kristallen beobachtete noch erheblich größere Dichte 6,236, trotz ca. 3 % H_2O, scheint durch besonders hohen Gehalt an schweren seltenen Erden bedingt.

[7] Prior, Zeitschr. f. Krist. **25**. 300. 1896.

[8] Brögger, N. Jahrb. f. Min. etc. 1908. I. -341-.

und doppelbrechend. und zwar trotz eines Gehaltes von 4 % H_2O! Sie ergaben auch nach Abrechnung des Wassergehaltes noch die Formel eines Orthoniobates, so daß es scheint, daß hier das isotropisierte Mineral, ähnlich dispersen Systemen, auch fremde Substanzen in erheblicher Menge festzuhalten vermag.

Bei den nicht nur an seltenen Erden sondern meist auch an Th und Ur reichen Mineralen der Gruppe Euxenit, Polykras, Samarskit usw., wo mehrfach auch ein Gehalt an He nachgewiesen ist, ist meist nur der isotrope Zustand beobachtet, so daß Angaben über das optische Verhalten meist noch fehlen. Dasselbe gilt von den stärkst radioaktiven Mineralien, den verschiedenen Varietäten von Uranpecherz und vom Thorianit. Sie sind anscheinend gar nicht im ursprünglichen Zustande bekannt, sondern nur isotropisiert und meist auch wohl schon pseudomorphosiert.

Gleichzeitigkeit des Gehalts an radioaktiven Stoffen und seltenen Erden.

Außer den eben kurz besprochenen Mineralen kommen noch eine große Anzahl anderer vor, die entweder Ur oder Th oder beide führen, bei denen aber das Verhältnis zwischen Radioaktivität und physikalischem Verhalten noch weniger bekannt ist. Geht man sie durch, so fällt bald auf, daß auch hier die meisten zugleich seltene Erden enthalten. Es gibt im ganzen etwa 77 Minerale [1], in denen entweder radioaktive Stoffe oder seltene Erden oder beiderlei Elemente chemisch nachgewiesen sind, unter diesen etwa 43 mit einem oder beiden radioaktiven Elementen und gleichzeitig mit seltenen Erden, während in 17 nur Ur oder Th oder beide gefunden sind. Diese letzteren sind aber alles Carbonate, Sulfate, Phosphate usw. meist mit Kristallwasser, also wohl junge Bildungen [2]. Ihnen stehen gegenüber ebenfalls 17 Minerale, in denen nur seltene Erden, kein Ur oder Th festgestellt ist, von diesen sind aber wieder 6 wohl sicher junge Bildungen, 2 zweifelhaft, 9 anscheinend höheren Alters. Läßt man nun die jungen Bildungen und jene zweifelhaften Alters zunächst unberücksichtigt (zusammen $17 + 6 + 2 = 25$), so bleiben von den 77 noch 52 ältere übrig, von denen 43 mindestens ein radioaktives Element

[1] Es ist dabei abgesehen von Varietäten, unsicher bekannten und jenen Mineralien, bei denen nur aus radioaktiven Wirkungen, nicht aber aus der chemischen Analyse, auf einen Gehalt an Th oder Ur geschlossen ist. Über deren Literatur vgl. Hövermann, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 34. 323 ff. 1912. Eine Zusammenstellung der bis jetzt bekannten komplexen Uranminerale findet sich nach dem Ref. in Zeitschr. f. Krist. 56. 639. 1922 bei Hess u. Wells, Journ. Franklin Inst. 189. (2.) p. 225. 1920.

[2] Auf das junge Alter einiger von diesen ist schon daraus geschlossen, daß in ihnen kein Gleichgewicht zwischen Ur und Ra vorhanden war. Aus dem Verhältnis beider haben Muguet u. Servin (N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. II. -127-) das Alter zweier Uranglimmer zu nur 1250 u. 1900 Jahren bestimmt.

neben seltenen Erden führen, das sind also 83 %[1]. Diese Vergesellschaftung ist natürlich bisher schon aufgefallen, aber m. E. nicht hinreichend hervorgehoben. Sie bezieht sich übrigens nicht nur auf das Zusammenvorkommen der fraglichen Elemente in demselben Kristall, sondern auch auf die Paragenese von Mineralen mit seltenen Erden einerseits und radioaktiven Mineralen andererseits; es sei erinnert an die südnorwegischen Gänge (Langesunds-Fjord) Südgrönland und an Madagaskar, wo die zahlreichen radioaktiven Minerale aus einem Gebiet beschrieben sind, dessen Gesteine nach Lacroix[2] den höchsten bisher bekannten Gehalt an Cerit-Erden aufweisen.

Zur Erklärung könnte man annehmen, daß die seltenen Erden Zerfallsprodukte sind, nicht etwa von Th und Ur — denn als solche sind sie nie beobachtet — sondern von andern bisher nicht bekannten radioaktiven Elementen, deren Zerfall praktisch schon vollständig ist, „abgestorbenen" Elementen, wie sie Nernst (l. c.) nennt, ausgestorbenen, wie sie der Geologe nennen würde (etwa der Elemente No. 85 oder 87 oder höher als No. 92); Ur und Th könnten dabei andere Zerfallsprodukte der letzteren sein. Daß unter den Elementen nicht nur Ur und Th eines radioaktiven Zerfalls fähig sind, wurde schon von Rutherford (l. c. p. 275) vermutet und wird nach Nernst durch die merkwürdigen Beziehungen zwischen den Atomgewichten der Elemente wahrscheinlich. Die seltenen Erden könnten aber auch durch starke α-Strahlung von seiten bekannter oder unbekannter Elemente aus andern entstanden sein, welche die letzteren etwa, weil sie mit ihnen isomorph waren, in demselben Kristall begleiteten, und zwar durch weitgehende Zertrümmerung derselben, so daß aus demselben Element gleichzeitig mehrere der seltenen Erden, so wie H und He aus N bei den Rutherford'schen Versuchen, hervorgingen. Hier Aufklärung zu bringen wird zunächst den Physikern obliegen: aber es wird vielleicht nützlich sein, auch die paragenetischen Verhältnisse daraufhin einmal schärfer zu prüfen, als es nach bloßen Literaturangaben bisher möglich ist.

Alter der isotropisierten Minerale. Aus der Analogie ihrer Entstehung mit der der pleochroitischen Höfe ist zu schließen, daß die Isotropisierung außerordentlich große Zeiträume erfordert haben wird. An künstlichen Ur- und Th- und Ra-Salzen sind, soviel mir bekannt, Isotropisierungserscheinungen nicht beobachtet; ebenso-

[1] Von andern Elementen, die mit den genannten auffallend häufig zusammen vorkommen, wären zu nennen: Si, Ti, Zr, Sn, die derselben Gruppe wie Th, und Wo und Mo, die derselben Gruppe wie Ur angehören. Dazu gesellen sich He und Pb als Zerfallsprodukte. Unerwartet häufig erscheint unter den Begleitern auch Be, das nach Piutti (Atti R. Acc. Lincei. (5.) **22**. P. I. p. 140. 1913) im allgemeinen von He begleitet wird.

[2] Lacroix, N. Jahrb. f. Min. etc. 1921. II. -307-.

wenig an den oben erwähnten geologisch jungen Neubildungen, vielmehr scheinen alle isotropisierten Minerale von hohem geologischem Alter zu sein. Allerdings liegen besondere Untersuchungen nach dieser Richtung bisher kaum vor. Nach Rosenbusch (l. c. I, 2, 286) ist die Doppelbrechung in den Orthiten der jungvulkanischen Eruptivgesteine am stärksten, der Zirkon (Azorit) aus den Sanidinit-Auswürflingen der Azoren hat nach Osann's [1] Mitteilung über seine optischen Eigenschaften noch keine Spur von Isotropisierung, ebenso zeigten mir einige Dünnschliffe und Prismen an jungen Zirkonen vom Laacher See und vom Vesuv (welch letzterer besonders stark radioaktiv sein soll) und an dem (in jugendlicher Zeit jedenfalls stark erhitzten) von Expailly keine Spur von Isotropisierung: Versuche, Orthit vom Laacher See durch einjähriges Bestrahlen mit Radiumbromid optisch zu verändern, waren erfolglos. Indessen weiß man über die Verbreitung radioaktiver Kristalle und ihre Eigenschaften schon in älteren Gesteinen bisher sehr wenig, selbst vom Zirkon liegen darüber kaum Mitteilungen vor; alle anderen radioaktiven Minerale scheinen in jüngeren Gesteinen, die naturgemäß meist Ergußgesteine sind, noch viel seltener als in den älteren zu sein.

Bildungstemperatur. Bei Erhöhung der Temperatur steigt die Wachstumsgeschwindigkeit der im isotropisierten Kristall noch vorhandenen Keime, während die α-Strahlung dadurch nicht gesteigert wird. Unveränderlichkeit des Kristalls würde bei jener Temperatur bestehen, bei der die Wachstumsgeschwindigkeit gleich der Zerstörungsgeschwindigkeit ist: da nun letztere jedenfalls in der Natur sehr klein ist, wird der Kristall praktisch bei allen Temperaturen beständig sein, wo seine Wachstumsgeschwindigkeit noch einen merklichen Wert hat [2]. Daraus erklärt sich die Möglichkeit der Bildung der isotropisierbaren Kristalle in ihren z. T. pyrogenen, z. T. pneumatolytischen Begleitern bei einer Temperatur, die die experimentell festgestellte Regenerierungstemperatur vermutlich überschreitet oder ihr nahekommt; ebenso die Möglichkeit der Kristallisation der jugendlichen Umbildungen radioaktiver Minerale (Sulfate usw.) bei wenig erhöhter, und endlich die Kristallisation der künstlichen wasserlöslichen Salze radioaktiver Elemente im Laboratorium selbst bei gewöhnlicher Temperatur: ihre Kristallisationsgeschwindigkeit mag selbst bei gewöhnlicher Temperatur der Zerstörungsgeschwindigkeit weit überlegen sein.

Es zeigt sich also, daß nicht alle radioaktiven Kristalle von vornherein der Selbstzerrüttung verfallen sind, sondern nur jene, bei denen die Temperatur der Umgebung nicht ausreicht, mindestens das Gleichgewicht zwischen Wachstums-

[1] Osann, N. Jahrb. f. Min. etc. 1887. I. 115.

[2] vorausgesetzt, daß, wenn etwa ein Zerfall der chemischen Verbindung stattfindet, auch ihre Rückbildung bei der herrschenden Temperatur mit einer Geschwindigkeit vor sich geht, die dem Zerfall das Gleichgewicht hält.

und radioaktiver Zerstörungsgeschwindigkeit zu erhalten. Andererseits brauchen auch nicht alle isotropisierten Kristalle, wie schon oben bemerkt, regenerierbar zu sein, auch dann nicht, wenn sie chemischen Änderungen, sei es durch Zu- oder Abfuhr von und nach außen, sei es durch Anhäufung erheblicher Mengen radioaktiver Zerfallsprodukte, nicht unterlegen haben; es können, wenn kristalline Reste fehlen oder weitgehende mechanische Trennungen eingetreten sind, bei der Rückbildung auch nur Aggregate entstehen, wie es nach meinen Beobachtungen bei manchen Orthiten und Gadoliniten, nach Brögger[1] auch bei Yttrotantalit der Fall ist.

Druck und α-Strahlung. Der oben mitgeteilte Versuch einer Regenerierung von isotropisiertem Gadolinit durch Erhöhung der Temperatur bei gleichzeitig erhöhtem Druck war veranlaßt durch die Erwägung, daß zwar nicht die Intensität der α-Strahlung, wohl aber die Geschwindigkeit der Rekristallisation durch den zur Verfügung stehenden Druck merklich beeinflußt werden könnte. Dieser Druck, wie auch der von Adams (l. c.) angewandte, war aber zweifellos sehr klein gegenüber dem in größeren Erdtiefen (Millionen von Atm.), so daß die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen scheint, daß die Reaktion, durch die ein radioaktiver Stoff zerfällt, unter dem gewaltigen Druck des Erdinnern sich umkehren kann[2]. Diese Erwägung ist, wie mir scheint, auch von geologischer Bedeutung. Nach den bisherigen Ermittlungen ist der Gehalt des bekannten Teiles der Erdkruste an radioaktiven Stoffen so groß, daß die bei ihrem Zerfall entwickelte Wärmemenge die von der Erde durch Strahlung abgegebene weit übertreffen würde, wenn das Erdinnere einen gleich großen Gehalt haben würde wie die Erdkruste. Daraus hat man wohl geschlossen, daß der Gehalt an radioaktiven Stoffen im Erdinnern also erheblich kleiner sein müsse als in den bekannten Teilen. Das ist aber deshalb wenig wahrscheinlich, weil die radioaktiven Elemente solche von hohem Atomgewicht sind und der Gehalt an solchen nach dem Erdinnern im allgemeinen zunimmt. Dieser Widerspruch kann gehoben werden durch die Annahme, daß die in der Tiefe vorhandenen radioaktiven Stoffe, durch den zunehmenden Druck gewissermaßen außer Tätigkeit gesetzt werden, nicht mehr zerfallen. Die geringen Mengen von Mineralen mit radioaktiven Elementen und seltenen Erden, die man im Gestein der Oberfläche findet, könnten dann gleichsam nur Symptome der unbekannten Tiefe sein, wie denn Ramsay und Travers (l. c. p. 572) schon 1898 (4 Jahre vor Rutherford's Zerfallstheorie!) die Vermutung aussprachen, daß diese Minerale, welche seltene Elemente enthalten, einen Teil des Inneren unseres Planeten darstellen.

[1] Brögger, N. Jahrb. f. Min. etc. 1908. I. -356-.

[2] vgl. auch Rutherford, Levin, G. F. Becker nach Clarke, Data of Geochemistry. p. 320. 1916.

Besprechungen.

Rosenbusch-Osann: Elemente der Gesteinslehre. (4. Aufl.) 1. Hälfte. 1 Taf. u. 53 Abb. Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1922. 346 p.

Nachdem die 1910 erschienene letzte Auflage der bekannten H. Rosenbusch'schen Elemente vergriffen war, hatte A. Osann die Neubearbeitung übernommen, die Form der „Elemente" wahrend. Das hinderte eine wesentliche Vervollständigung nicht. In erster Linie ist die Einfügung eingehenderer Darstellungen der chemischen Verhältnisse zu nennen. Sowohl die übersichtliche Darstellung der Osann'schen chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine wie die Besprechung der chemischen Verhältnisse der einzelnen Gesteinsfamilien unter Beifügung von Dreiecksprojektionen der wichtigeren Analysen werden für Bearbeitungen von ähnlichen Analysen willkommene Vergleiche bieten, namentlich da „möglichst nur moderne und zuverlässige" Analysen angeführt werden. Auch sonst sieht man in den allgemeinen Abschnitten die ergänzende und sichtende, kritische Hand des Bearbeiters, wodurch dieser allgemeine Teil in mancher Beziehung den „heutigen Erfahrungen und Ansichten" angepaßt ist. Wünschenswert wäre es aber gerade hier gewesen, daß die geologischen Verbandsverhältnisse der Eruptivgesteine eine dem heutigen fortgeschritteneren Standpunkte angepaßte Darstellung erfahren hätten. So gibt auch diese neue Ausgabe nur die „Elemente" der Gesteinslehre im beschreibenden Sinne, wobei die Ergebnisse der genetischen Untersuchungen physikalisch-chemischer Petrographie und petrogenetischer Geologie zurücktreten. Diese Erweiterung des Umfanges würde nicht geschadet, auch nicht nur für Einzelheiten neue Beweispunkte erbracht, sondern das Werk für noch weitere Kreise fruchtbringend gemacht, wie endlich auch die Bedeutung petrographischer Einzeluntersuchungen für geologische Untersuchungen klargelegt haben. Mag so das eine oder noch anderes an dem Werke von dem ausgesetzt werden können, der die Gesteinslehre von einem weitergehenden Standpunkte aus ansieht, so ist doch das Erscheinen dieser neuen Ausgabe aufrichtig zu begrüßen. Die vorliegende Neubearbeitung wird sicher den Rosenbusch'schen „Elementen" zu den alten viele neue Benutzer erwerben.

Die jetzt vorliegende erste Hälfte enthält nach einem einleitenden Kapitel vom I. Teil (Eruptivgesteine) die allgemeineren Abschnitte, die Besprechung der Tiefengesteine und der Ganggesteine. Es ist sehr wünschenswert, daß auch die zweite Hälfte bald erscheine, damit das Werk als Ganzes sich weiter im Sinne von H. Rosenbusch „Lernenden und Lehrenden dienlich erweisen" möge.

Erich Kaiser.

F. Rinne: Einführung in die kristallographische Formenlehre und elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen sowie röntgenographischen Untersuchungen. 4./5. Aufl. 254 p. mit 585 Abbild. im Text und 1 Tafel. Leipzig, Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung. 1922.

Der im Jahre 1919 erschienenen dritten Auflage ist jetzt schon eine neue Doppelauflage gefolgt. Anlage und Ziel ist unverändert geblieben, es kann in dieser Beziehung auf die Besprechung in diesem CBl. 1920, p. 94 verwiesen werden. Der Umfang ist aber erheblich vermehrt, namentlich die Zahl der Abbildungen um mehr als 100, vorzugsweise im dritten, den röntgenographischen Untersuchungen gewidmeten Teil.

Eine durch die Beschaffungsnot der Bücher veranlaßte Neuerung ist die, daß das Werk nach Bedarf auch in drei einzelnen Heften, nach der im Titel angegebenen Gliederung getrennt, bezogen werden kann. **R. Brauns.**

Alexander N. Winchell: Elements of Optical Mineralogy. An introduction to Microscopic Petrography. Second Edition. Part I. Principles and Methods. 8^0. 216 p. with 250 Illustrations. New York. John Wiley & Sons, Inc. 1922.

Dieses Buch ist in hervorragendem Grade auf die Bedürfnisse der Studierenden zugeschnitten. In knappster Form werden zuerst die allgemeinen kristallographischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien behandelt, sodann in leicht verständlicher, elementarer Weise ihre optischen Eigenschaften. Zuerst die der isotropen Mineralien, in Anschluß daran das Mikroskop, soweit es zur Vergrößerung dient, die Herrichtung der Dünnschliffe, die Bestimmung der Lichtbrechung nach verschiedenen Methoden, besonders nach der Einbettungsmethode. Sodann werden die optischen Eigenschaften der einachsigen Mineralien auseinandergesetzt, das Nicolsche Prisma beschrieben und das Verhalten der einachsigen Kristalle im parallelen und konvergenten pol. Licht behandelt und Beispiele angeführt; die optischen Eigenschaften der zweiachsigen Kristalle werden in ähnlicher Reihenfolge behandelt. Die Darstellung wird durch viele Abbildungen erläutert. Das vollständige Werk soll aus drei derartigen Teilen bestehen. Die Ausstattung des Werkes ist in jeder Hinsicht gediegen; der Preis von $3\frac{1}{2}$ Dollar durchaus angemessen, wenn auch nicht für unsere Verhältnisse. **R. Brauns.**

H. Philipp und **W. Warneck**: Geologische Anfängerübungen zur Einführung in das Verständnis geologischer Karten und Profile. Braunschweig-Hamburg. (Georg Westermann.) 1922. 29 p. 22 Taf.

„Räumliche Vorstellung zu gewinnen, ist das erste Erfordernis für jede geologische Betätigung; andererseits weiß jeder Dozent der Geologie, wie schwer vielen seiner Schüler das dreidimensionale Sehen und Denken wird." Von dieser leider so wahren Erfahrung ausgehend, werden in dem Schriftchen für geologische Anfänger gut ausgewählte Aufgaben zusammengestellt, die sowohl manchem dies Gebiet behandelnden Dozenten, wie für viele Studierende sehr willkommene Anhaltspunkte zur Fragestellung bieten. Entgegen dem allgemeineren Gebrauche wird nicht von der Karte ausgegangen, sondern der Schüler wird durch die Fragestellung gezwungen, sich ein bestimmtes geologisches Verhältnis räumlich vorzustellen und darauf hin erst Karte und Profil zu entwerfen, wobei von komplizierteren Projektionen abgesehen wird. Als Vorübung zu den gewohnten Profildarstellungen von vorgelegten Karten aus kann diese Zusammenstellung warm empfohlen werden. Bei einer Neuauflage wäre zu wünschen, daß Übungsbeispiele für komplizierteren Faltenbau eingefügt und außer naheliegenden Beispielen (zumeist sind Karten der Preuß. Geol. Landesanstalt angeführt) auch Beispiele aus bekannteren außerdeutschen Karten angegeben würden. Erwünscht wären auch Übungsbeispiele zu den am Schlusse nur erwähnten Streich- und Grundwasserkurven wie zum Verständnis von Grubenrissen, die erfahrungsgemäß manchem sonst gut ausgebildeten Geologen geradezu unlesbar bleiben. **Erich Kaiser.**

Miscellanea.

Auf der Versammlung der deutschen Seismologen in Leipzig wurde am 21. September eine Deutsche Seismologische Gesellschaft gegründet. Der Zweck der Gesellschaft geht aus § 2 ihrer Statuten hervor. Vorsitzender: Geheimrat Prof. Dr. E. Wiechert-Göttingen. Geschäftsführender Vorsitzender: Geheimrat Prof. Dr. O. Hecker-Jena. Schatzmeister: Prof. Dr. R. Schütt-Hamburg. Beisitzer: Prof. Dr. Mack-Hohenheim. Prof. Dr. Schweydar-Potsdam. Der Sitz der Gesellschaft ist Jena. § 2 der Statuten: Die Deutsche Seismologische Gesellschaft bezweckt die Pflege der theoretischen und praktischen Seismologie und verwandter Fragen. Diesen Zweck sucht sie zu erreichen durch: 1. Pflege des wissenschaftlichen Gedankenaustausches unter ihren Mitgliedern; 2. Pflege der wissenschaftlichen Beziehungen zu verwandten Körperschaften; 3. gegebenenfalls durch Herausgabe wissenschaftlicher Veröffentlichungen, bezw. Beteiligung an bestehenden Publikationsorganen; 4. durch Veranstaltung wissenschaftlicher Sitzungen; 5. Förderung aller sonstigen die seismische Forschung und den seismischen Unterricht betreffenden Interessen.

1. Januar 1922 No. 1

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **A. Bergeat,** in Kiel **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt der **E. Schweizerbart**'schen **Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)** in **Stuttgart** betr. **Maag-Reihling, Vom Relativen zum Absoluten.**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Mügge, O: Zur Kenntnis der optischen und Kohäsions-Eigenschaften des Manganit 1
Vendl, Aladár und Miklós Vendl: Ueber Amphibolite aus den Südkarpaten 3
Machatschki, Felix: Das Magnesitvorkommen im Kaswassergraben bei Großreifling. Mit 1 Textfigur 11
Krumbeck, L.: Stratigraphische Ergebnisse von Niedermayer's Reise durch Persien. Vorläufige Mitteilung. Mit 1 Textbeilage 19
Frentzen, K.: Keuperflora und Lunzer Flora 23

Besprechungen.

Fedorowsky, N. M.: Genetische Mineralogie 29
Rinne, Friedrich: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie 29
Wegener, A.: Die Entstehung der Mondkrater 30
— Versuche zur Aufsturztheorie der Mondkrater 30
Ehringhaus, A.: Das Mikroskop, seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendung 32

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

H. Reck und W. O. Dietrich: Ein Beitrag zur Altersfrage der Hegau-Basalt-Vulkane. (8. 12. 1921.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Rosenbusch-Wülfing:

Mikroskopische

Physiographie

der petrographisch wichtigen Mineralien.

I. Band. 1. Hälfte:

Untersuchungsmethoden.

5. völlig umgearbeitete Auflage

von

E. A. Wülfing.

Erste Lieferung.

Lex. 8°, 268 Seiten mit 192 Textfiguren und 1 farbigen Tafel.

Das Erscheinen der ersten Lieferung dieses klassischen Werkes in neuer Auflage wurde schon lange erwartet und wird daher in Fachkreisen mit Freuden begrüßt werden.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden

im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs

von Dr. **Bernh. Hauff**

Groß 4°. 42 Seiten mit 21 mehrfachen Tafeln.

Sonderabdruck aus Palaeontographica Bd. 64.

Die Präparationen (Saurier, Pentacrinen etc.) aus der Meisterhand Bernh. Hauffs bilden eine vielbewunderte Zierde für zahlreiche naturhistorische Museen der ganzen Erde, ungezählten Gelehrten haben sie Anregungen bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten geboten, so daß Institute und Fachkreise die selten interessante Abhandlung als eine unentbehrliche, willkommene Ergänzung zu den Hauff'schen Präparationen betrachten werden.

Soeben erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

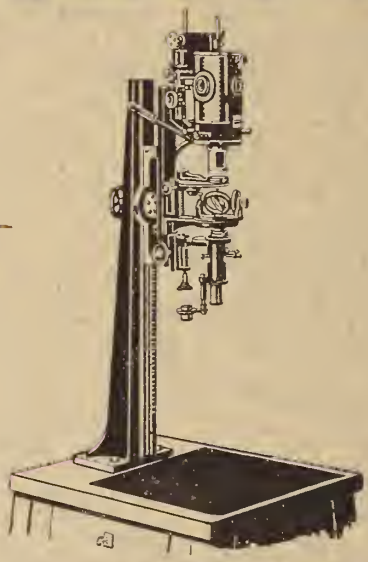
von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. Januar 1922 No. 2

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **A. Bergeat,** in Kiel **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Glatzel, Emanuel: Ueber den Magnetkies von Peterswald bei Spornhau im Altvatergebirge 33

Tschirwinsky, Peter: Pallasit vom Fluß Kurtlak bei Khutor Lipowski, Stanitza Kaspopinskaja, Ust-Medweditzki Distrikt, Gebiet der Donischen Kosaken (Rußland) 35

Richter, Max: Die Wiehler Mulde im Gebiete der Wiehl zwischen Agger und Bröl im Oberbergischen. Mit 1 Karte u. 4 Textfig. 38

Stiny, J.: Beziehungen des Tertiärs der Waldheimat zum Aufbau des Nordostspornes der Alpen. Mit 2 Kärtchen 49

Schlosser, Max: Untermiocäne Wirbeltierreste aus einer Spalte im Jurakalk von Oberkochen in Württemberg 57

Besprechungen.

Lehmann, O.: Flüssige Kristalle und ihr scheinbares Leben . . . 60

Becke, Friedrich: Lehrbuch der Mineralogie 61

Ruska, J.: Leitfaden der Mineralogie 61

Tammann, Gustav: Lehrbuch der Metallographie, Chemie und Physik der Metalle und ihrer Legierungen 62

Miller, B. L. and J. T. Singewald: The mineral deposits of South America 63

Cloos, H. und E. Meister: Bau und Bodenschätze Osteuropas . 63

Personalia 64

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

1. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. **Karl Reihling**

Gr. 8° 44 Seiten **Inlandpreis Mk. 13.—**

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden

im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs

von Dr. **Bernh. Hauff**

Groß 4°. 42 Seiten mit 21 mehrfachen Tafeln.

Sonderabdruck aus Palaeontographica Bd. 64.

Die Präparationen (Saurier, Pentacrinen etc.) aus der Meisterhand Bernh. Hauffs bilden eine vielbewunderte Zierde für zahlreiche naturhistorische Museen der ganzen Erde, ungezählten Gelehrten haben sie Anregungen bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten geboten, so daß Institute und Fachkreise die selten interessante Abhandlung als eine unentbehrliche, willkommene Ergänzung zu den Hauff'schen Präparationen betrachten werden.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

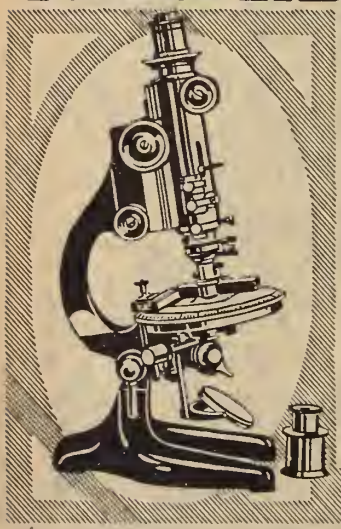
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations = MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. Februar 1922 No. 3

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **A. Bergeat,** in Kiel **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.
40. H. Imdahl: Beiträge zur Petrographie von West-Timor. 65
Kumm, A.: Ueber die Entstehungsweise von Rillensteinen 76
Hausen, H.: Zur Frage der Bewegungsrichtungen des abschmelzenden Landeises im Ostbaltikum. Eine Erwiderung an Herrn H. Philipp 83
Reis, Otto M.: Ueber das Hautskelett von Iguanodon. Mit 1 Textfig. 85
Miscellanea 91

Besprechungen.

Lindgren, W.: Mineral Deposits 91
Emmons, W. H.: The principles of economic geology 95
Merrill, George P.: Handbook and descriptive catalogue of the Meteorite collections in the United States National Museum 96

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden)

B. Mauritz: Ueber das Gestein Danubit. (3. 12. 1921.)
B. Goßner: Zur chem. Konstitution von Silikaten. (2. Mitt.) (13. 12. 1921.)
H. Breddin: Ueber Denckmann's „Siegerländer Hauptüberschiebung". (19. 12. 1921.)
H. P. Cornelius und M. Furlani-Cornelius: Ueber gangförmige Eruptivbreccien aus dem Villnößtal (Südtirol). (19. 12. 1921.)
C. Doelter: Ueber die Stabilität der durch Radiumstrahlung erzeugten Färbungen. (22. 12. 1921.)
B. Goßner: Zur chem. Konstitution von Silikaten. (3. Mitt.) (22. 12. 1921.)
M. Schlosser: Das Eocän und Unteroligocän der bayr. Alpen. (28. 12. 1921.)
O. Weigel: Zur Frage der Wasserbindung in den Zeolithen. (28. 12. 1921.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden

im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs

von Dr. **Bernh. Hauff**

Groß 4°. 42 Seiten mit 21 mehrfachen Tafeln.

Sonderabdruck aus Palaeontographica Bd. 64.

Die Präparationen (Saurier, Pentacrinen etc.) aus der Meisterhand Bernh. Hauffs bilden eine vielbewunderte Zierde für zahlreiche naturhistorische Museen der ganzen Erde, ungezählten Gelehrten haben sie Anregungen bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten geboten, so daß Institute und Fachkreise die selten interessante Abhandlung als eine unentbehrliche, willkommene Ergänzung zu den Hauff'schen Präparationen betrachten werden.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

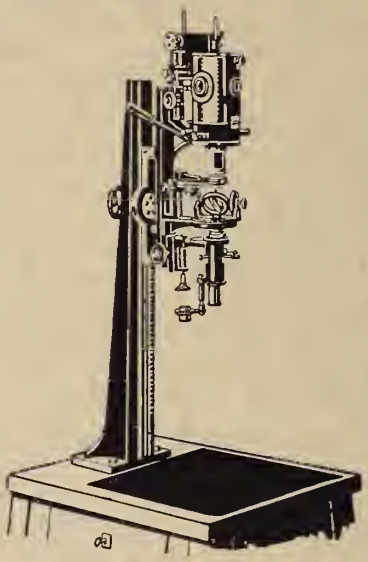
von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. Februar 1922 No. 4

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Vendl, Miklós: Beiträge zur Kenntnis der optischen Daten der Albite. Mit 1 Textfigur 97
Huugerer, E.: Ein Belegstück zur Elastizitätstheorie der Faltung. Mit 2 Textfiguren 105
Cornelius, H. P. und M. Furlani-Cornelius: Ueber gangförmige Eruptivbreccien aus dem Villnößtal (Südtirol) . . . 110
Breddin, H.: Ueber Denckmann's „Siegerländer Hauptüberschiebung". Mit 1 Kartenskizze 115
Dietrich, W. O.: Bemerkung zum Genotyp der Brachiopodengattung Platystrophia 123

Besprechungen.

Hommel, W.: Grundzüge der systematischen Petrographie auf genetischer Grundlage. 1. 125
Gregory, J. W.: The Rift Valleys and Geology of East Africa . 127

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

A. Eichler, M. Henglein u. W. Meigen: Linneit von Littfeld in Westfalen u. zinkhaltiger Kupferglanz von Sinaloa in Mexiko. (9. 1. 1922.)
Dietrich, W. O.: Beitrag zur Kenntnis der säugetierführenden Bohnerzformation in Schwaben. I. (Jan. 1922.)

Sammelschrank

gut erhalten, für Versteinerungen geeignet, 20—40 Schubladen, **sofort zu kaufen gesucht.** Angebote mit Preisangabe unt. **J. 64** an den Verlag des CBl.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

I. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. Karl Reihling

Gr. 8° 44 Seiten **Inlandpreis Mk. 13.—**

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden

im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs

von **Dr. Bernh. Hauff**

Groß 4°. 42 Seiten mit 21 mehrfachen Tafeln.

Sonderabdruck aus Palaeontographica Bd. 64.

Die Präparationen (Saurier, Pentacrinen etc.) aus der Meisterhand Bernh. Hauffs bilden eine vielbewunderte Zierde für zahlreiche naturhistorische Museen der ganzen Erde, ungezählten Gelehrten haben sie Anregungen bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten geboten, so daß Institute und Fachkreise die selten interessante Abhandlung als eine unentbehrliche, willkommene Ergänzung zu den Hauff'schen Präparationen betrachten werden.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von **Dr. Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen.

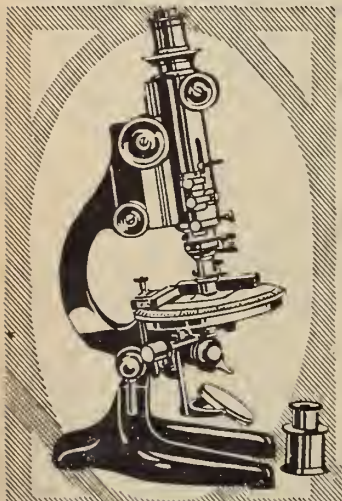
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W & H SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. März 1922 No. 5

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Goßner, B.: Zur chemischen Konstitution von Silikaten. (2. Mitteil.) Mit 2 Textfiguren 129

Reck, H. und W. O. Dietrich: Ein Beitrag zur Altersfrage der Hegau-Basalt-Vulkane 139

Hundt, Rudolf: Studien an deutschen Funden der Gattung Monograptus Gein. (Teil I.) Mit 9 Textfiguren 148

Besprechungen.

Vageler, P.: Bodenkunde 159

Duparc, Louis et Marguerite Tikonowitch: Le Platine et les Gîtes Platinifères de L'Oural et du Monde 159

Personalia 160

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

P. Tschirwinsky: Zur Chemie der seltenen Erden des Wiikits u. Orthits aus Impilaks in Finnland u. andern (nach † Dr. N. A. Orlow). (20. 1. 22.)

— Augitbiotitsyenit von Gröba in Sachsen. (20. 1. 1922.)

M. Richter: Die nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg. (26. 1. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

1. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. **Karl Reihling**

Gr. 8° 44 Seiten **Inlandpreis Mk. 13.—**

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

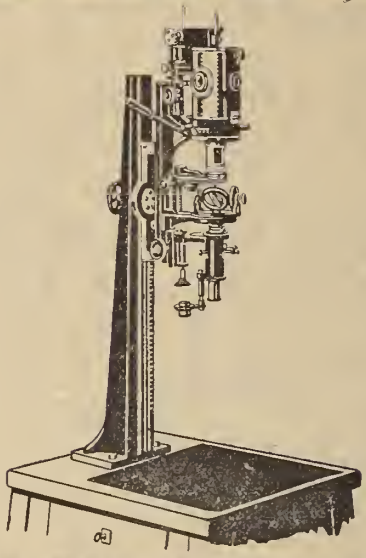
von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. März 1922 No. 6

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Doelter, C.: Ueber die Stabilität der durch Radiumstrahlung erzeugten Färbungen 161
Weigel, O.: Zur Frage der Wasserbindung in den Zeolithen. Mit 2 Textfiguren. (Schluß folgt.) 164
Mauritz, B.: Ueber das Gestein Danubit 178
Schlosser, Max: Das Eocän und Unteroligocän der bayrischen Alpen 180
Simionescu, J.: Ueber eine pliocäne Wirbeltierfauna aus Rumänien 185

Besprechungen.

Rosenbusch, H.: Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine 187
Davy, W. M. and C. M. Farnham: Microscopic examination of the ore minerals 191
Lehner, Dr. Alfons: Tafeln zum Bestimmen der Mineralien auf chemischem Wege, besonders vor dem Lötrohr 192
Spence, M. E. Hugh S.: Le Graphite 192
Druckfehlerberichtigung 192

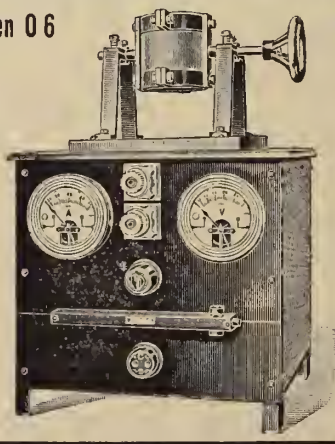
Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

E. Wittich und J. Kratzert: Ueber vulkanische Quarz- und Glasaschen aus den Schuttkegeln von Guadalcázar, San Luis Potosi, Mexiko. (30. I. 1922.)
J. Moscheles: Zur Tektonik des mittelböhm. Altpaläozoicums. (Febr. 1922.)
P. Dahms: Hohlräume und Wassereinschlüsse in Bernstein. (7. II. 1922.)
F. E. Sueß: Zu Wing Easton's Versuch einer Lösung des Tektiträtsels. (12. II. 1922.)
K. Zimányi: Ueber Eisenkieskristalle von Tekerö (Com. Hunyad) und Dognacska (Com. Krassó-Szörény). (20. II. 1922.)
H. Harrassowitz: Landschaftsaufbau am Ostrande der Rheinischen Masse. (21. II. 1922.)

Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten

Göttingen 06 Postfach 73



Schmelzöfen

Dünnschliffe

Mikroskope

Schleifmaschinen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

I. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. **Karl Reihling**

Gr. 8° 44 Seiten **Inlandpreis Mk. 13.—**

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

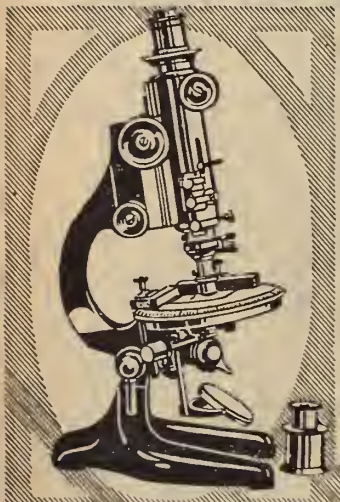
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. April 1922 No. 7

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **A. Bergeat**, in Kiel — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Goßner, B.: Zur chemischen Konstitution von Silikaten. (3. Mitt.) 193

Weigel, O.: Zur Frage der Wasserbindung in den Zeolithen. Mit 2 Textfiguren. (Schluß.) 201

Dietrich, W. O.: Beitrag zur Kenntnis der säugetierführenden Bohnerzformation in Schwaben. 1. Ein vergessenes, neu erschlossenes Höhlenvorkommen terrestrischen Eocäns auf der Ulmer Alb. Mit 4 Textfiguren 209

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

E. Tröger: Neues zum Ganggefolge des Meißener Massivs. (19. II. 1922.)

E. Tams: Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres. (22. II. 1922.)

F. v. Huene: Kurzer Überblick über die triassische Reptilordnung Thecodontia. (1. März 1922.)

— Bemerkungen über das Becken von Ichthyosaurus quadriscissus. (1. März 1922.)

O. Pratje: Fossile kalkbohrende Algen (Chaetophorites gomontoides) in Liaskalken. (1. März 1922.)

H. Prell: Über die Armzahl von Belemniten. (1. März 1922.)

R. Richter: Über einen Fall äußerster Rückbildung des schizochroalen Trilobiten-Auges. (1. März 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in **Stuttgart.**

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

I. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. **Karl Reihling**

Gr. 8° 44 Seiten **Inlandpreis Mk. 13.—**

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

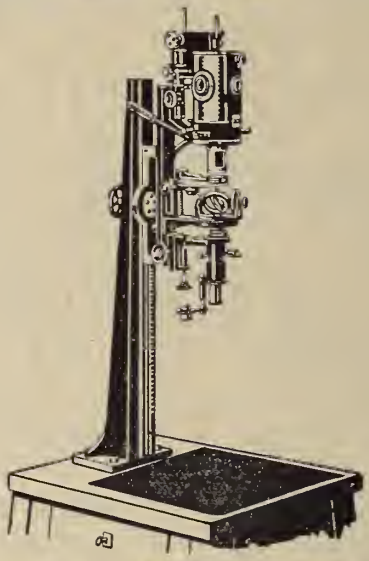
von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste **Projektion 303**

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. April 1922 No. 8

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **A. Bergeat,** in Kiel **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt der **E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart** betr. **Brauns, Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete.**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Eichler, A., M. Henglein und W. Meigen: Linneit von Littfeld in Westfalen und zinkhaltiger Kupferglanz von Sinaloa in Mexiko 225

Sueß, Franz Ed.: Zu Wing Easton's Versuch einer Lösung des Tektiträtsels 227

Harrassowitz, Hermann: Landschaftsaufbau am Ostrande der Rheinischen Masse. Mit 1 Textfigur 233

Richter, Max: Die nordalpine Flyschzone zwischen Vorarlberg und Salzburg. Mit 1 Karte 242

Besprechungen.

Klockmann, F.: Lehrbuch der Mineralogie 256

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

K. Pietzsch: Abgrenzung, geologisches Alter und tektonische Stellung des sächsischen Granulitgebirges. (25. II. 1922.)

A. Sigmund: Halbopal und Natrolith im Basalt von Weitendorf (Steiermark). (11. III. 1922.)

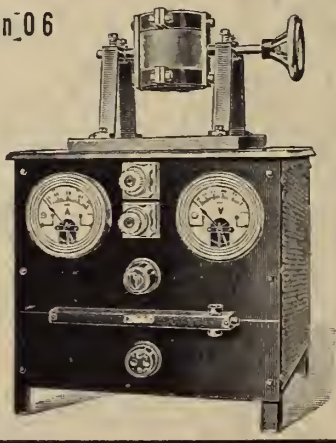
K. Boden: Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet. (11. III. 1922.)

H. Knuth: Die Terrassen der Sieg von Siegen bis zur Mündung. (21. III. 1922.)

W. Ahrens: Die Lagerungsverhältnisse am Nordwestrand des Münchberger Gneises. (22. III. 1922.)

Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten

Göttingen O 6 Postfach 73



Schmelzöfen

Dünnschliffe

Mikroskope

Schleifmaschinen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

I. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. **Karl Reihling**

Gr. 8° 44 Seiten **Inlandpreis Mk. 13.—**

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

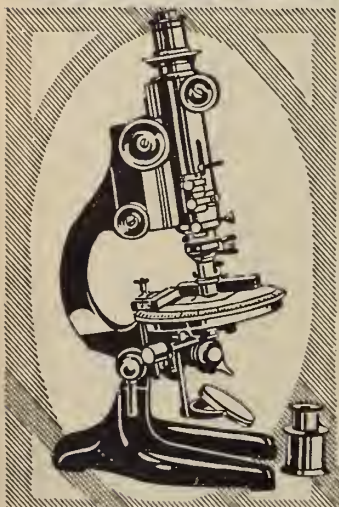
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations = MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. Mai 1922 No. 9

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Tschirwinsky, Peter: Zur Chemie der seltenen Erden des Wiikits und Orthits aus Impilaks in Finnland und andern (nach † Dr. N. A. Orlow) 257

Wittich, E. und J. Kratzert: Ueber vulkanische Quarz- und Glasaschen aus den Schuttkegeln von Guadalcázar, San Luis Potosi, Mexiko 258

Moscheles, J.: Zur Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums. Mit 2 Textfiguren 262

Pietzsch, Kurt: Abgrenzung, geologisches Alter und tektonische Stellung des sächsischen Granulitgebirges. Mit 2 Kartenskizzen 265

Huene, Friedrich v.: Bemerkungen über das Becken von Ichthyosaurus quadriscissus. Mit 1 Textfigur 277

Löwenstein, E.: Neuartige elektrische Oefen für Temperaturen von 2500° und darüber. Mit 3 Textfiguren 283

Besprechungen.

Brauns, Reinh.: Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bildung und Umbildung 285

Dacqué, Edgar: Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere 287

Personalia 288

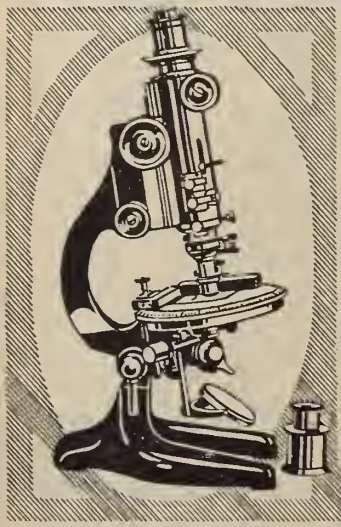
Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

R. Wedekind: Ueber Herm. Schmidt's Revision der Goniatitensystematik. (3. IV. 1922.)

A. Schmidt: Die systematisch-wissenschaftlichen Versuche beim Heilbronner Wünschelrutengängertag. (4. IV. 1922.)

W.&H.SEIBERT
WETZLAR



Polarisations =
MIKROSKOPE
höchster Vollendung

W&H SEIBERT
WETZLAR

Preislisten kostenlos.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Auf der ganzen Erde gibt es kein Gebiet, in welchem die Bildungs- und Umbildungsverhältnisse der Mineralien so mannigfaltig waren wie in den Vulkangebieten des Niederrheins. Das Werk hat darnach nicht eine nur lokale Bedeutung, sondern es ist berufen, durch Darbietung reichen und seltenen Materials in hervorragender Weise die Forschungen über das Werden der Mineralien zu fördern.

Für alle Universitäts- und Institutsbibliotheken, für alle Fachgelehrten des In- und Auslandes wird sich das Werk als unentbehrlich erweisen.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

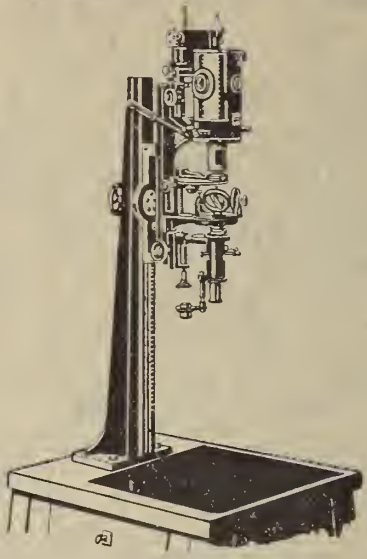
von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. Mai 1922 No. 10

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **A. Bergeat**, in Kiel — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Sigmund, Al.: Halbopal, Natrolith und Heulandit im Basalt von Weitendorf (Steiermark) 289
Tschirwinsky, Peter: Augitbiotitsyenit von Gröba in Sachsen . 293
Pratje, Otto: Fossile kalkbobrende Algen (Chaetophorites gomontoides) in Liaskalken. Mit 3 Textfiguren 299
Prell, H.: Ueber die Armzahl der Belemniten. Mit 4 Textfiguren . 302

Besprechungen.

Bebaghel, G.: Die Eisen- und Manganerze Osteuropas 318
Tammann, Gustav: Aggregatzustände 319
Die mineralischen Rohstoffe Bayerns und ihre Wirtschaft 320

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

H. P. Cornelius: Ueber Funde von Aegirin in Graubündner Gabbrogesteinen. (14. IV. 1922)

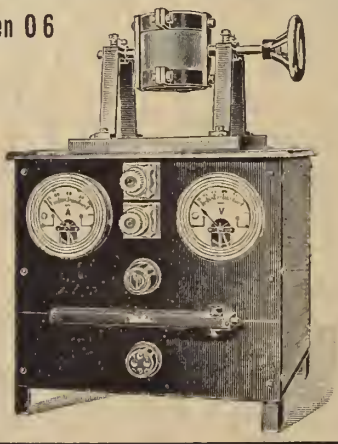
O. H. Erdmannsdörffer: Ueber einige epimagmatische Mineralparagenesen im Harz und ihre Bedeutung für die Füllung der Harzer Erzgänge. (15. IV. 1922.)

P. Tschirwinsky: Bericht über einige wenig bekannte Meteorite sowie Meteoritenfälle in Rußland. (5. IV. 1922.)

F. Heritsch: Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine aus dem steirischen Kristallin. (12. IV. 1922.)

B. Goßner: Zur chem. Konstitution von Silikaten. 4. Mitt. (12. IV. 1922.)

Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten
Göttingen O 6 Postfach 73



Schmelzöfen
Dünnschliffe
Mikroskope
Schleifmaschinen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Vom Relativen zum Absoluten

I. Teil:

Das Aetherrätsel und seine Lösung

Von

Ernst Maag und Dr. rer. nat. **Karl Reihling**

Gr. 8° 44 Seiten

Die kleinsten Bausteine der ponderablen Materie, die Elektronen und Atomkerne, stehen mit dem imponderablen Aether, aus dem sie entstanden sind, in dauerndem Energieaustausch. Aether, Elektronen und Atomkerne sind drei verschiedene Verdichtungszustände des den Weltbaustoff bildenden „Energiestoffes".

Auf dieser Erkenntnis fußt die vorliegende Schrift, sie wird neben Physikern, Chemikern, Mathematikern auch für alle Kristallographen, Mineralogen, Geologen etc. sowie für jeden Naturwissenschaftler von größtem Interesse sein.

Vor kurzem erschien:

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von Dr. **Serge von Bubnoff.**

Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

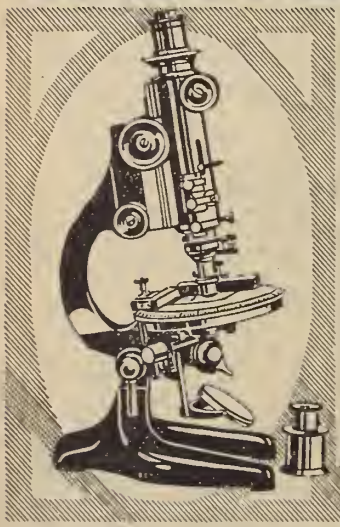
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freiohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. } bleibend.

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations = MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. Juni 1922 No. 11

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Zimányi, Karl: Ueber Eisenkieskristalle von Tekerő (Com. Hunyad) und Dognácska (Com. Krasso-Szörény) 321

Dahms, Paul: Hohlräume und Wassereinschlüsse in Bernstein. (Schluß folgt.) 327

Knuth, Hermann: Die Terrassen der Sieg von Siegen bis zur Mündung 336

Richter, Rud.: Ueber einen Fall äußerster Rückbildung des schizochroalen Trilobiten-Auges. Mit 2 Textfiguren 344

Miscellanea 352

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

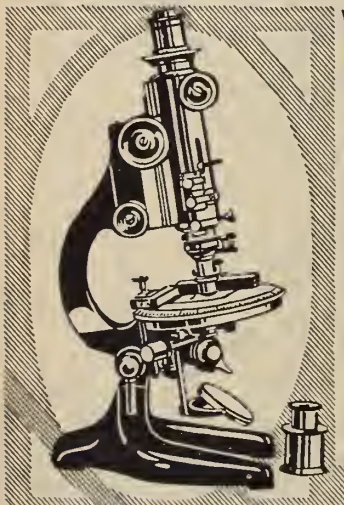
G. O. Wild und R. E. Liesegang: Die Färbungen einiger Quarze und ihre Veränderlichkeit. (24. IV. 1922.)

K. H. Scheumann: Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Ganggesteine. (Mai 1922.)

R. Hundt: Glazialgeologische Beobachtungen am Südrand der diluvialen Inlandvereisung in Ost-Thüringen. (11. V. 1922.)

W. Paeckelmann: Bemerkungen zu O. H. Schindewolf's „Versuch einer Paläogeographie des Europäischen Oberdevonmeeres". 11. V. 1922.)

W.&H.SEIBERT
WETZLAR



Polarisations =
MIKROSKOPE
höchster Vollendung

W&H SEIBERT
WETZLAR

Preislisten kostenlos.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Auf der ganzen Erde gibt es kein Gebiet, in welchem die Bildungs- und Umbildungsverhältnisse der Mineralien so mannigfaltig waren wie in den Vulkangebieten des Niederrheins. Das Werk hat darnach nicht eine nur lokale Bedeutung, sondern es ist berufen, durch Darbietung reichen und seltenen Materials in hervorragender Weise die Forschungen über das Werden der Mineralien zu fördern.

Für alle Universitäts- und Institutsbibliotheken, für alle Fachgelehrten des In- und Auslandes wird sich das Werk als unentbehrlich erweisen.

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

Die Geologie der Philippinen

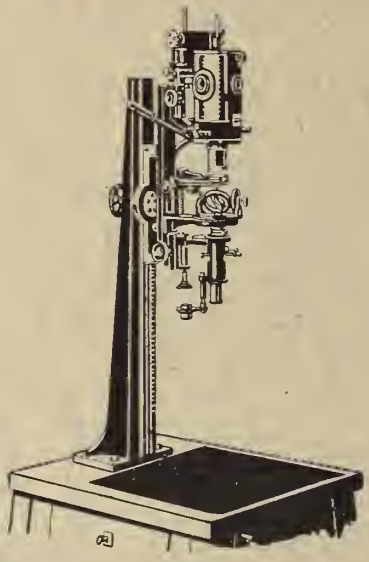
Gemeinfaßlich dargestellt von

E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart

15. Juni 1922 No. 12

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt des **Bayerischen Oberbergamts München** betr. Einladung zur Vorausbestellung auf die **„Nutzbaren Mineralien und Gesteine des Frankenwaldes etc."**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Dahms, Paul: Hohlräume und Wassereinschlüsse in Bernstein. (Schluß.) 353

Erdmannsdörffer, O. H.: Ueber einige epimagmatische Mineralparagenesen im Harz und ihre Bedeutung für die Füllung der Harzer Erzgänge. Mit 1 Textfigur 363

Boden, K.: Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet. (Schluß folgt.) 372

Wedekind, R.: Ueber Herm. Schmidt's Revision der Goniatitensystematik 381

Besprechungen.

Ruer, Rudolf: Metallographie in elementarer Darstellung 383

Miscellanea 384

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

H. Reck u. H. Pohle: Ueber einen neuen, vermutlich diluvialen Säugetierrest von der Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika. (6. IV. 1922.)

M. Posnowa: Quantitative mineralogische Zusammensetzung des Hornblendemiassites aus dem Ilmengebirge im Ural. (8. V. 1922.)

E. Dittler: Zur Natur und Genesis des Ilsemannit. (12. V. 1922.)

K. C. Berz: Ueber Magneteisen in marinen Ablagerungen. (15. V. 1922.)

J. Kratzert: Einige neue Mineralvorkommen im Granit von Guadalcázar, Mexiko. (19. V. 1922.)

H. Harrassowitz: Die Höhenlage der Rhön. (20. V. 1922.)

P. M. Hopmann: Spuren eines Phonolithdurchbruches bei Rockeskyll in der Eifel. (22. V. 1922.)

W. Janensch: Das Handskelett von Gigantosaurus robustus u. Brachiosaurus Brancai aus den Tendaguru-Schichten D.-Ostafrikas. (22. V. 1922.)

Th. Liebisch †. (23. V. 1922.)

F. Heritsch: Amphibolgesteine von Stubalpe, Koralpe und aus den Seetaler Alpen. (23. V. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Auf der ganzen Erde gibt es kein Gebiet, in welchem die Bildungs- und Umbildungsverhältnisse der Mineralien so mannigfaltig waren wie in den Vulkangebieten des Niederrheins. Das Werk hat darnach nicht eine nur lokale Bedeutung, sondern es ist berufen, durch Darbietung reichen und seltenen Materials in hervorragender Weise die Forschungen über das Werden der Mineralien zu fördern.

Für alle Universitäts- und Institutsbibliotheken, für alle Fachgelehrten des In- und Auslandes wird sich das Werk als unentbehrlich erweisen.

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

Die Geologie der Philippinen

Gemeinfaßlich dargestellt von

E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie**, Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

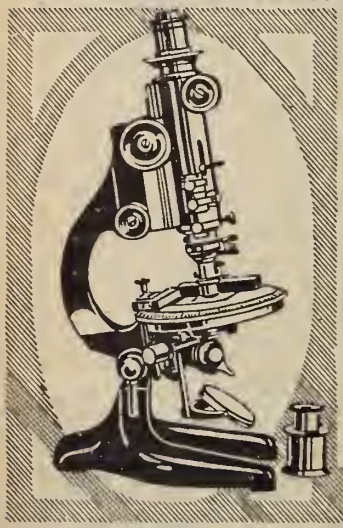
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb**: Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden**: Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika**: Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. Juli 1922 No. 13

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Tams, E.: Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres. Mit 1 Karte 385

Boden, K.: Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet. (Schluß.) 398

Huene, Friedrich v.: Kurzer Ueberblick über die triassische Reptilordnung Thecodontia. Mit 1 Tabelle 408

Besprechungen.

Davis, W. M. und G. Braun: Grundzüge der Physiogeographie . 415

Miscellanea 416

Personalia 416

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

H. v. Staff † und E. Hennig: Zur Morphogenie des Küstengebiets im südlichen Deutsch-Ostafrika. (1. V. 1922.)

K. Krumbeck: Bemerkungen zum Nördlinger Riesproblem. (11. V. 1922.)

A. Rzehak: Eine neue Art von Erdbeben. (8. VI. 1922.)

— Eine fossile Miniatursalse und die Dutenmergelbildung. (8. VI. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Auf der ganzen Erde gibt es kein Gebiet, in welchem die Bildungs- und Umbildungsverhältnisse der Mineralien so mannigfaltig waren wie in den Vulkangebieten des Niederrheins. Das Werk hat darnach nicht eine nur lokale Bedeutung, sondern es ist berufen, durch Darbietung reichen und seltenen Materials in hervorragender Weise die Forschungen über das Werden der Mineralien zu fördern.

Für alle Universitäts- und Institutsbibliotheken, für alle Fachgelehrten des In- und Auslandes wird sich das Werk als unentbehrlich erweisen.

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

Die Geologie der Philippinen

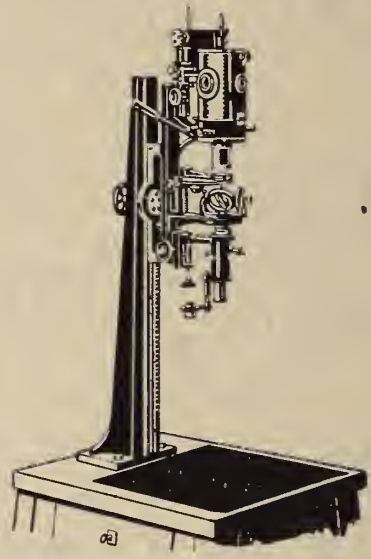
Gemeinfaßlich dargestellt von

E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. Juli 1922 No. 14

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

	Seite
Schulz, Karl: Theodor Liebisch †	417
Krumbeck, L.: Bemerkungen zum Nördlinger Riesproblem	435
Ahrens, Wilhelm: Die Lagerungsverhältnisse am Nordwestrand des Münchberger Gneises	440

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Die Grundlagen der Deckentheorie in den Alpen

von Dr. **Serge von Bubnoff.**

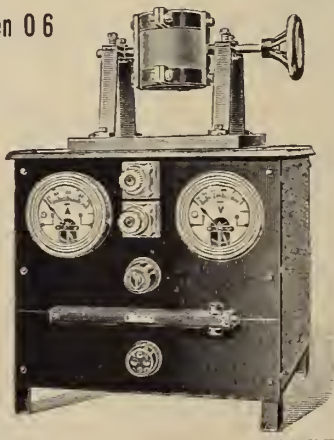
Groß 8°. 150 Seiten mit 45 Textfiguren.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt mit Recht auf der Methodik und der kritischen Untersuchung der Grundmauern des großartigen Gedankengebäudes. .... In kühler Objektivität wird die Studie all den gegensätzlichen Auffassungen nach Möglichkeit gleichmäßig gerecht und weiß den Leser ebenfalls von allen Seiten an den Stoff heranzuführen, der nur so in seiner ganzen Plastik erfaßbar ist. Prof. Dr. E. Hennig.

(Centralbl. f. Min. etc. 1921, No. 14.)

Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten

Göttingen O 6 Postfach 73



Schmelzöfen

Dünnschliffe

Mikroskope

Schleifmaschinen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Auf der ganzen Erde gibt es kein Gebiet, in welchem die Bildungs- und Umbildungsverhältnisse der Mineralien so mannigfaltig waren wie in den Vulkangebieten des Niederrheins. Das Werk hat darnach nicht eine nur lokale Bedeutung, sondern es ist berufen, durch Darbietung reichen und seltenen Materials in hervorragender Weise die Forschungen über das Werden der Mineralien zu fördern.

Für alle Universitäts- und Institutsbibliotheken, für alle Fachgelehrten des In- und Auslandes wird sich das Werk als unentbehrlich erweisen.

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

Die Geologie der Philippinen

Gemeinfaßlich dargestellt von

E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

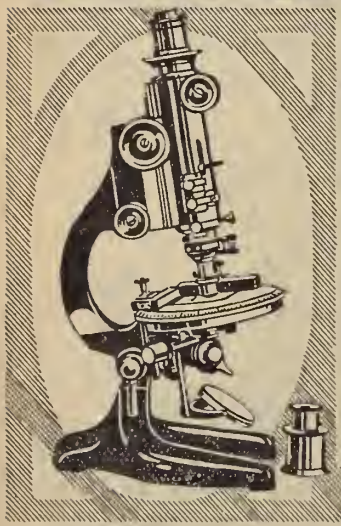
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations = MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. August 1922 No. 15

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Cornelius, H. P.: Ueber Funde von Aegirin in Graubündner Gabbrogesteinen 449
Tröger, E.: Neues zum Ganggefolge des Meißener Massivs . . . 451
Schmidt, Axel: Die systematisch-wissenschaftlichen Versuche beim Heilbronner Wünschelrutengängertag 457
Janensch, W.: Das Handskelett von Gigantosaurus robustus und Brachiosaurus Brancai aus den Tendaguru-Schichten Deutsch-Ostafrikas. Mit 7 Textfiguren 464

Besprechungen.

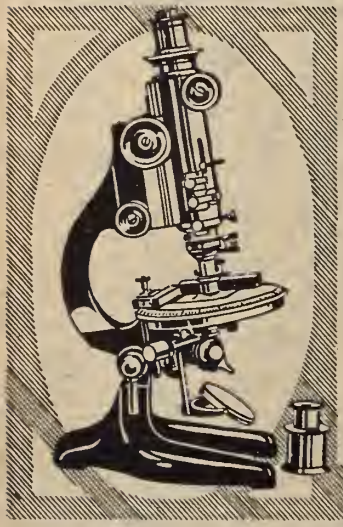
Rinne, F.: Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle 480

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

O. Mügge: Ueber isotrop gewordene Kristalle. (30. V. 1922.)
P. Tschirwinsky: Ueber quantitative chemische und mineralogische Zusammensetzung des Hornblendesyenit aus dem Plauenschen Grund bei Dresden. (13. VI. 1922.)
M. Posnowa: Zur Frage von dem quantitativen mineralogischen und chemischen Bestande des Luciit aus dem Luciberge im Odenwalde. (13. VI. 1922.)
N. Wing Eastón: Zur Tektitfrage. (7. VII. 1922.)
F. Schöning: Ueber das Vorkommen von Gosauschichten zwischen Walchsee und Kössen in Tirol. (Vorl. Mitteilung.) (13. VII. 1922.)

W. & H. SEIBERT
WETZLAR



Polarisations =
MIKROSKOPE
höchster Vollendung

W & H SEIBERT
WETZLAR

Preislisten kostenlos.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Auf der ganzen Erde gibt es kein Gebiet, in welchem die Bildungs- und Umbildungsverhältnisse der Mineralien so mannigfaltig waren wie in den Vulkangebieten des Niederrheins. Das Werk hat darnach nicht eine nur lokale Bedeutung, sondern es ist berufen, durch Darbietung reichen und seltenen Materials in hervorragender Weise die Forschungen über das Werden der Mineralien zu fördern.

Für alle Universitäts- und Institutsbibliotheken, für alle Fachgelehrten des In- und Auslandes wird sich das Werk als unentbehrlich erweisen.

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

Die Geologie der Philippinen

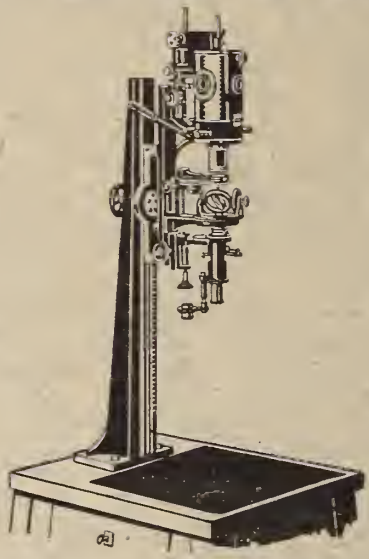
Gemeinfaßlich dargestellt von

E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste **Projektion 303**

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. August 1922 No. 16

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **A. Bergeat,** in Kiel **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer liegt bei ein Zirkular betreffend **Neues Jahrbuch und Geol. Centralblatt.**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Wild, Georg O. und R. E. Liesegang: Die Färbungen einiger Quarze und ihre Veränderlichkeit 481

Heritsch, F.: Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine aus dem steirischen Kristallin 483

Rzehak, A.: Eine neue Art von Erdbeben 488

Hundt, Rudolf: Glazialgeologische Beobachtungen am Südrand der diluvialen Inlandvereisung in Ost-Thüringen 489

Scheumann, K. H.: Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Ganggesteine. Mit 12 Textfiguren. (Schluß folgt.) 495

Personalia 520

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

G. Dahmer: Die Dampfstoßtheorie zur Deutung der Mondkrater. (11. V. 1922.)

G. Kalb: Die Bedeutung der Schleifhärte der Mineralien bei erzmikroskopischen Untersuchungen. (24. VII. 1922.)

C. Stieler: Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte". (26. VII. 1922.

M. Schlosser: Neue Funde fossiler Säugetiere in Spanien. (31. VII. 1922.)

E. Wüst: Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas. (31. VII. 1922.)

E. Mohr: Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden. (31. VII. 1922.)

M. Hilzheimer: Ueber die Systematik einiger fossiler Cerviden. (31. VII. 1922.)

O. H. Schindewolf: Entwurf einer natürlichen Systematik der Clymenoidea. (31. VII. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch

Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage

neubearbeitet von

Prof. Dr. **A. Osann.**

I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

Die Geologie der Philippinen

Gemeinfaßlich dargestellt von

E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie,** Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

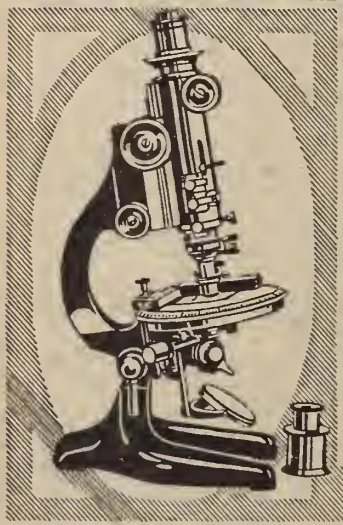
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. \
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. / freibleibend.

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. September 1922 No. 17

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Scheumann, K. H.: Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Ganggesteine. Mit 12 Textfiguren. (Schluß.) 521

Reck, H. und H Pohle: Ueber einen vermutlich diluvialen Säugetierrest von der Mittellandbahn in Deutsch-Ostafrika. Mit 1 Textfigur 546

Schöning, Friedrich: Ueber das Vorkommen von Gosauschichten zwischen Walchsee und Kössen in Tirol. (Vorl. Mitteilung.) . 558

Besprechungen.

Wolff, Ferdinand v.: Einführung in die allgemeine Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Mineralchemie 558

Linck, G.: Tabellen zur Gesteinskunde für Geologen, Mineralogen, Bergleute, Chemiker, Landwirte und Techniker 559

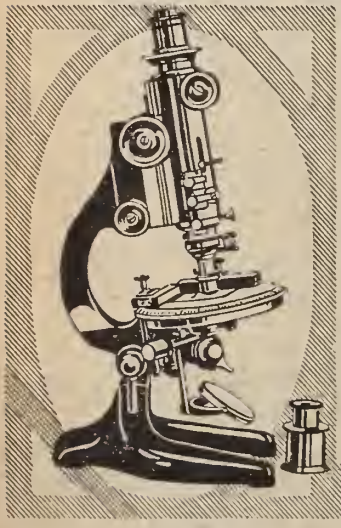
Philippson, Alfred: Grundzüge der Allgemeinen Geographie . . 559

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden)

O. Mügge: Pneumatolytische Entstehung von β-Quarz. (6. VIII. 1922.)

W.&H.SEIBERT
WETZLAR



Polarisations =
MIKROSKOPE
höchster Vollendung

W&H SEIBERT
WETZLAR

Preislisten kostenlos.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch
Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage
neubearbeitet von
Prof. Dr. **A. Osann.**
I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Soeben erschien:

Die Geologie von Niederländ.-Indien

nebst einem kurzen Anhang:

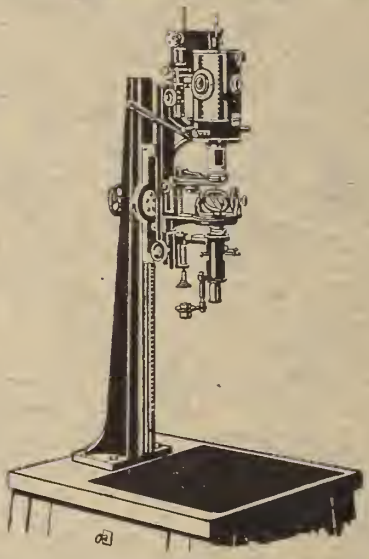
Die Geologie der Philippinen

Gemeinfaßlich dargestellt von
E. Landenberger

Gr. 8°. 216 Seiten mit 12 geologisch-geographischen Charakterbildern auf Taf. I—VI und 5 geologischen Karten auf Taf. VII—XI.

Dieses Buch stellt eine kurze Zusammenfassung, ein Kompendium mehrerer über die Geologie von Niederl.-Indien erschienenen Arbeiten dar und ermöglicht dadurch einen klaren Überblick über den Stand der geol. Forschung in diesen Gebieten. Für deren fernere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erschließung ist das Buch unerläßlich und kein Erforscher dieser auch geologisch so wichtigen Gegenden, kein Eingesessener, kein Reisender in und nach Niederl.-Indien wird es entbehren können.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. September 1922 No. 18

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns in Bonn, **A. Bergeat** in Kiel, **E. Hennig** in Tübingen, **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Kratzert, J.: Einige neue Mineralvorkommen im Granit von Guadalcazar, Mexiko 561

Hopmann, P. Michael: Spuren eines Phonolithdurchbruches bei Rockeskyll in der Eifel 565

Berz, Karl C.: Ueber Magneteisen in marinen Ablagerungen . . . 569

Paeckelmann, Werner: Bemerkungen zu O. H. Schindewolf's „Versuch einer Paläogeographie des Europäischen Oberdevonmeeres“ 578

Rzehak, A.: Eine fossile Miniatursalse und die Dutenmergelbildung. Mit 2 Textfiguren 588

Besprechungen.

Till, Alfred: Mineralogisches Praktikum 592

Personalia 592

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Vor kurzem erschien in unserem Verlage:

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

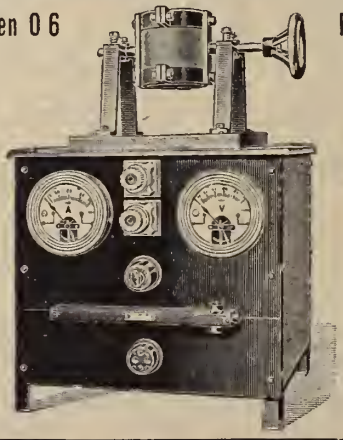
Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten

Göttingen O 6 Postfach 73



Schmelzöfen

Dünnschliffe

Mikroskope

Schleifmaschinen

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch

Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage
neubearbeitet von
Prof. Dr. **A. Osann.**
I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Rosenbusch-Wülfing:

Mikroskopische

Physiographie

der petrographisch wichtigen Mineralien.

I. Band. 1. Hälfte:
Untersuchungsmethoden.
5. völlig umgearbeitete Auflage
von
E. A. Wülfing.
Erste Lieferung.

Lex. 8°, 268 Seiten mit 192 Textfiguren und 1 farbigen Tafel.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie**, Berlin 1921:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln.

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

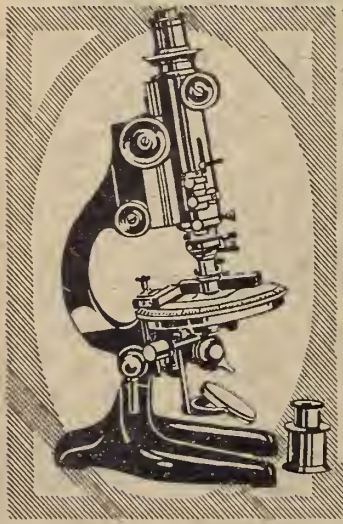
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . 400 Mk. } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . 220 Mk. }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb**: Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden**: Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika**: Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. Oktober 1922 No. 19

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **A. Bergeat**, in Kiel — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

STUTTGART 1922

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt der **E. Schweizerbart**'schen **Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)** in **Stuttgart** betr. **Salomon, Grundzüge der Geologie. Teil I. Allgemeine Geologie — Innere Dynamik.**

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Mügge, O.: Pneumatolytische Entstehung von β-Quarz. Mit 3 Textfig. 593
Kalb, Georg: Die Bedeutung der Schleifhärte der Mineralien bei erzmikroskopischen Untersuchungen. Mit 3 Textfiguren . . . 595
Goßner, B.: Zur chemischen Konstitution von Silikaten. (4. Mitt.) (Schluß folgt.) 600
Staff †, H. v. und E. Hennig: Zur Morphogenie des Küstengebiets im südlichen Deutsch-Ostafrika. Mit 8 Profilen 611
Harrassowitz, Hermann: Die Höhenlage der Rhön 615
Schlosser, Max: Neue Funde fossiler Säugetiere in Spanien . . . 619

Besprechungen.

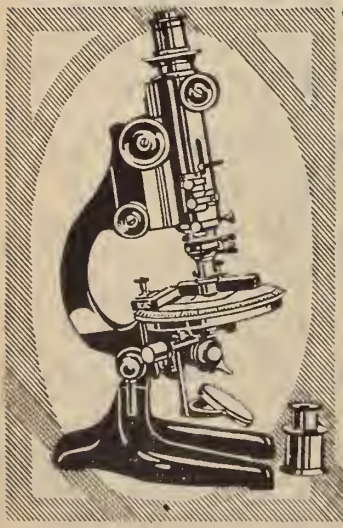
Walter, Gustav Adolf: Die geschichtliche Entwicklung der rheinischen Mineralfarben-Industrie vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis zum Ausbruch des Weltkrieges 621
Stella, A.: Le Miniere di Ferro dell' Italia (colla collaborazione di un gruppo di Soci della F. M. J.) 622
Smits, A.: Die Theorie der Allotropie 622
Larsen, Esper S.: The microscopique determination of the nonopaque minerals 623
Langenbeck, R.: Physische Erdkunde. I. 624
Miscellanea 624

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

W. Bergt: Sind die Gabbros des Harzes und des sächsischen Granulitgebirges kontaktmetamorphe Diabase? (15. VIII. 1922.)
F. Heide: Der Meteorit von Grimma i. S. (31. VIII. 1922.)

W.&H.SEIBERT
WETZLAR



Polarisations =
MIKROSKOPE
höchster Vollendung

W&H SEIBERT
WETZLAR

Preislisten kostenlos.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch

Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage

neubearbeitet von

Prof. Dr. **A. Osann.**

I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Rosenbusch-Wülfing:

Mikroskopische

Physiographie

der petrographisch wichtigen Mineralien.

I. Band. 1. Hälfte:

Untersuchungsmethoden.

5. völlig umgearbeitete Auflage

von

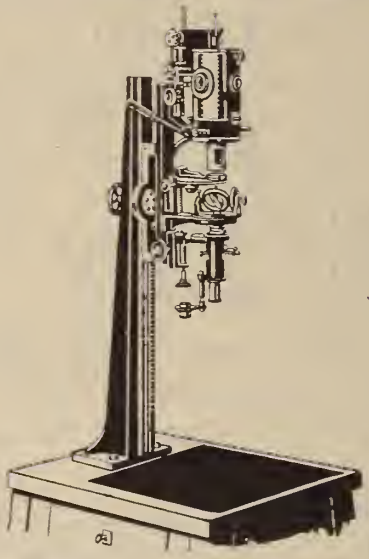
E. A. Wülfing.

Erste Lieferung.

Lex. 8°, 268 Seiten mit 192 Textfiguren und 1 farbigen Tafel.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. Oktober 1922 No. 20

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **E. Kaiser**, in München — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Goßner, B.: Zur chem. Konstitution von Silikaten. (4. Mitt.) (Schluß.) 625
Mohr, E.: Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden. (Schluß folgt.) 634
Wüst, Ewald: Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas. Mit 5 Textfiguren. (Schluß folgt.) 641
Personalia 656

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

H. Seifert: Kristalltracht und Temperatur. (20. IX. 1922.)

L. Rüger: Paläogeographische Untersuchungen im baltischen Cambrium unter Berücksichtigung Schwedens. (23. IX. 1922.)

F. Katzer: Das angebliche Silur von Zvornik in Bosnien nebst einigen anderen Richtigstellungen der jüngsten geologischen Darstellung der dortigen Gegend. (25. IX. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Grundzüge der Geologie

Ein Lehrbuch
für Studierende, Bergleute und Ingenieure

Mit Unterstützung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Salomon**-Heidelberg

Allgemeine Geologie. Teil I: Innere Dynamik

Gr.-8°. 368 Seiten mit vielen Textabbildungen.

In diesem Werke sind die einzelnen Abschnitte jeweils von dem besten Kenner des betr. Einzelgebietes bearbeitet worden, da es nicht mehr möglich ist, daß ein Einzelner die gewaltig angewachsenen Gebiete der Geologie gleichmäßig beherrscht. Auf diese Weise steht jeder Teil ganz auf der Höhe der Wissenschaft, alle Teile vom Herausgeber zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefaßt. Das schon lange mit Spannung erwartete Werk wird sich im In- und Auslande infolge seiner Neuartigkeit, seiner großen Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit leicht Eingang in allen Universitäts-, Instituts- und Fachbibliotheken verschaffen und sich für alle Geologen und Paläontologen — Lehrende wie Lernende — sowie für alle Bergleute und Ingenieure als unentbehrlich — als ein wirklicher Führer und Ratgeber — erweisen.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch
Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage

neubearbeitet von

Prof. Dr. **A. Osann.**

I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: F. Rinne, Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle,** Berlin, Gebr. Borntraeger, 1922, 2./3. Aufl.:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln,

auf Metallstativen . . . . . ℳ 14 000.— } Freibleibend.
ohne Stative . . . . . „ 10 500.— }

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

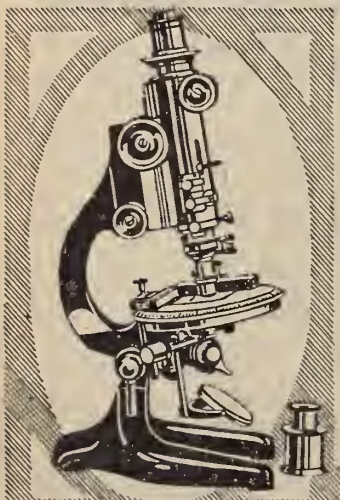
aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . ℳ 3500.— } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . „ 2500.— }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR



Polarisations = MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. November 1922 No. 21

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn — **E. Kaiser**, in München — **E. Hennig**, in Tübingen — **J. F. Pompeckj**, in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Posnowa, Maria: Quantitative mineralogische Zusammensetzung des Hornblendemiassites aus dem Ilmengebirge im Ural . . . 657
Stieler, Carl: Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte". Mit 3 Textfiguren. (Schluß folgt.) 664
Mohr, E.: Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden. (Schluß.) 672
Wüst, Ewald: Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas. Mit 5 Textfiguren. (Schluß.) 680

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

F. Berckhemer: Kryptoolith und Stromatolith im Massenkalk des Weiß-Jura ε. (1. IX. 1922.)
R. Wedekind: Zur Gliederung des Mitteldevons der Eifel auf Grund von Korallen. (12. IX. 1922.)
H. Philipp: Glazialgeologische Aufnahmen im Ostbaltikum. (2. X. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Soeben erschien:

Grundzüge der Geologie

Ein Lehrbuch
für Studierende, Bergleute und Ingenieure

Mit Unterstützung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Salomon**-Heidelberg

Allgemeine Geologie. Teil I: Innere Dynamik

Gr.-8°. 368 Seiten mit vielen Textabbildungen.

In diesem Werke sind die einzelnen Abschnitte jeweils von dem besten Kenner des betr. Einzelgebietes bearbeitet worden, da es nicht mehr möglich ist, daß ein Einzelner die gewaltig angewachsenen Gebiete der Geologie gleichmäßig beherrscht. Auf diese Weise steht jeder Teil ganz auf der Höhe der Wissenschaft, alle Teile vom Herausgeber zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefaßt. Das schon lange mit Spannung erwartete Werk wird sich im In- und Auslande infolge seiner Neuartigkeit, seiner großen Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit leicht Eingang in allen Universitäts-, Instituts- und Fachbibliotheken verschaffen und sich für alle Geologen und Paläontologen — Lehrende wie Lernende — sowie für alle Bergleute und Ingenieure als unentbehrlich — als ein wirklicher Führer und Ratgeber — erweisen.

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

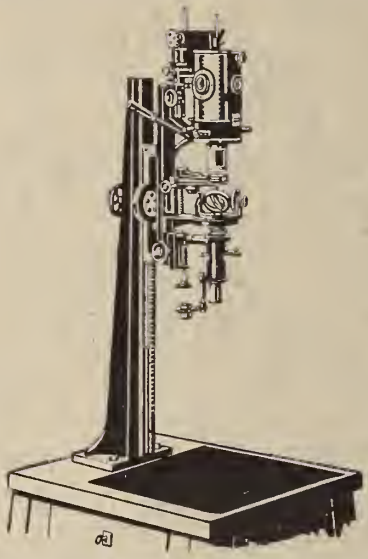
Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste Projektion 303

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. November 1922 No. 22

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **E. Kaiser,** in München **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Dittler, E.: Zur Natur und Genesis des Ilsemannit 689
Heritsch, F.: Amphibolgesteine von Stubalpe, Koralpe und aus den Seetaler Alpen 696
Stieler, Carl: Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte". Mit 3 Textfig. (Schluß.) 703
Hilzheimer, Max: Ueber die Systematik einiger fossiler Cerviden. (Schluß folgt.) 712

Besprechungen.

Schneiderhöhn, H.: Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht 717
Miscellanea 719

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

A. Bentz: Neues zum Problem des Steinheimer Beckens. (20. X. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G.m.b.H.
in **Stuttgart.**

Soeben erschien:

Grundzüge der Geologie

Ein Lehrbuch
für Studierende, Bergleute und Ingenieure

Mit Unterstützung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Salomon**-Heidelberg

Allgemeine Geologie. Teil I: Innere Dynamik

Gr.-8°. 368 Seiten mit vielen Textabbildungen.

In diesem Werke sind die einzelnen Abschnitte jeweils von dem besten Kenner des betr. Einzelgebietes bearbeitet worden, da es nicht mehr möglich ist, daß ein Einzelner die gewaltig angewachsenen Gebiete der Geologie gleichmäßig beherrscht. Auf diese Weise steht jeder Teil ganz auf der Höhe der Wissenschaft, alle Teile vom Herausgeber zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefaßt. Das schon lange mit Spannung erwartete Werk wird sich im In- und Auslande infolge seiner Neuartigkeit, seiner großen Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit leicht Eingang in allen Universitäts-, Instituts- und Fachbibliotheken verschaffen und sich für alle Geologen und Paläontologen — Lehrende wie Lernende — sowie für alle Bergleute und Ingenieure als unentbehrlich — als ein wirklicher Führer und Ratgeber — erweisen.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H.
in Stuttgart.

Soeben erschien:

H. Rosenbusch

Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage

neubearbeitet von

Prof. Dr. **A. Osann.**

I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: F. Rinne, Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle,** Berlin, Gebr. Borntraeger, 1922, 2./3. Aufl.:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln,

auf Metallstativen . . . . . ℳ 14 000.— } Freibleibend.
ohne Stative . . . . . „ 10 500.— }

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . ℳ 3500.— } Freiohne Kristallträger . . . . . „ 2500.— } bleibend.

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H., Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

1. Dezember 1922 No. 23

Centralblatt

für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **E. Kaiser,** in München **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Seite

Mügge, O.: Ueber isotrop gewordene Kristalle. (Schluß folgt.) . 721
Wedekind, R.: Zur Gliederung des Mitteldevons der Eifel auf Grund von Korallen 739
Hilzheimer, Max: Ueber die Systematik einiger fossiler Cerviden. (Schluß.) 741

Besprechungen.

Beck-Berg: Abriß der Lehre von den Erzlagerstätten 750
Svedberg (Upsala), Th.: Die Methoden zur Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe 751
Barker, T. V.: Graphical and Tabular methods in crystallography 751
Berichtigung 752

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

Fr. Nölke: Kritisches zur Kontraktionshypothese. (15. IX. 1922.)
J. Stiny: Die ostalpinen Eiszeit-Schotterfluren. (11. X. 1922.)
P. Krusch: Die Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers mit Hilfe des Metallmikroskops. (2. XI. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H.
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Grundzüge der Geologie

Ein Lehrbuch
für Studierende, Bergleute und Ingenieure

Mit Unterstützung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Salomon**-Heidelberg

Allgemeine Geologie. Teil I: Innere Dynamik

Gr.-8°. 368 Seiten mit vielen Textabbildungen.

Inhalt des I. Teiles: Joh. Koenigsberger: Die Gestalt der Erde und ihre physikalischen Eigenschaften. W. Salomon: Das Gesteinsmaterial der Erdkruste. A. Bergeat: Plutonismus und Vulkanismus. W. Salomon: Orogenesis = gebirgsbildende Vorgänge. A. G. Högbom: Epeirogenetische Bewegungen. A. Sieberg: Erdbeben. L. Milch: Die Umwandlung der Gesteine. P. Krusch: Erzlagerstättenlehre.

Aus dem Inhalt der folgenden Teile: Andrée: Geolog. Tätigkeit des Meeres. Salomon: Geolog. Tätigkeit der festländischen Gewässer. Philipp: Geolog. Tätigkeit des Eises. Passarge: Geolog. Wirkung des Windes. Andrée: Geolog. Tätigkeit der Organismen. Bubnoff: Überblick über den geol. Bau von Europa. — Salomon: Grundbegriffe der Erdgeschichte. Sederholm: Archaikum, Proterozoikum. Pompeckj: Kambrium, Silur. Wedekind: Devon. Harrassowitz: Karbon, Perm. — Wurm: Trias. Pompeckj: Jura. Stolley: Kreide. Schaffer: Neozoische Formationsgruppe. Keilhack: Quartär. — Broili: Entwicklungsgeschichte der Tiere. Mollison: Hominiformes. Salfeld: Entwicklungsgeschichte der Pflanzen.

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

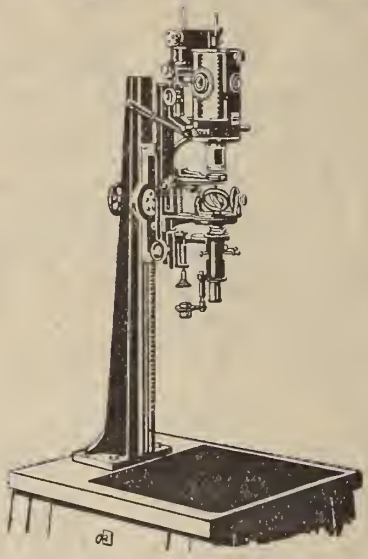
Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

LEITZ



DEMONSTRATIONSAPPARATE
für die
PROJEKTION im polarisierten **LICHT.**
POLARISATIONSMIKROSKOPE
ELEKTRISCH heizbare **OBJEKTTISCHE.**
MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE

ERNST LEITZ OPTISCHE WERKE **WETZLAR**
Man verlange Sonderliste **Projektion 303**

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H., Stuttgart, Johannesstr. 3 a.
Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

15. Dezember 1922 No. 24

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn **E. Kaiser,** in München **E. Hennig,** in Tübingen **J. F. Pompeckj** in Berlin

STUTTGART 1922
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc. Seite

Mügge, O.: Ueber isotrop gewordene Kristalle. (Schluß.) 753

Besprechungen.

Rosenbusch-Osann: Elemente der Gesteinslehre 766
Rinne, F.: Einführung in die kristallographische Formenlehre und elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen sowie röntgenographischen Untersuchungen 767
Winchell, Alexander N.: Elements of Optical Mineralogy 767
Philipp, H. und W. Warneck: Geologische Anfängerübungen zur Einführung in das Verständnis geologischer Karten und Profile 767
Miscellanea 768

Zur Veröffentlichung im Centralblatt für Mineralogie etc. sind an Original-Mitteilungen weiterhin eingegangen:

(Drucklegung in der Reihenfolge des Eingangs kann aus technischen Gründen nicht gewährleistet werden.)

E. Krenkel: Die Seismizität Afrikas. (13. XI. 1922.)
F. Rinne: Ermittlung des spezifischen Gewichtes von Steinsalz und Kalkspat auf röntgenometrischem Wege. (17. XI. 1922.)

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H.
in **Stuttgart.**

Soeben erschien:

H. Rosenbusch
Elemente der Gesteinslehre

Vierte Auflage

neubearbeitet von

Prof. Dr. **A. Osann.**

I. Hälfte.

Gr. 8°. 346 Seiten mit 1 Tafel und 53 Textfiguren.

Die neue 4. Auflage dieses in seiner Art klassischen Werkes des Altmeisters Rosenbusch ist von Herrn Geh.-Rat Osann gründlich durchgearbeitet und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht worden. Das Buch wird daher auch im neuen Gewande seine ihm ursprünglich zugewiesene Aufgabe in steigendem Maße erfüllen: „sich Lernenden und Lehrenden dienlich zu erweisen".

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H.
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Grundzüge der Geologie

Ein Lehrbuch
für Studierende, Bergleute und Ingenieure

Mit Unterstützung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Salomon**-Heidelberg

Allgemeine Geologie. Teil I: Innere Dynamik

Gr.-8°. 368 Seiten mit vielen Textabbildungen.

Inhalt des I. Teiles: Joh. Koenigsberger: Die Gestalt der Erde und ihre physikalischen Eigenschaften. W. Salomon: Das Gesteinsmaterial der Erdkruste. A. Bergeat: Plutonismus und Vulkanismus. W. Salomon: Orogenesis = gebirgsbildende Vorgänge. A. G. Högbom: Epeirogenetische Bewegungen. A. Sieberg: Erdbeben. L. Milch: Die Umwandlung der Gesteine. P. Krusch: Erzlagerstättenlehre.

Aus dem Inhalt der folgenden Teile: Andrée: Geolog. Tätigkeit des Meeres. Salomon: Geolog. Tätigkeit der festländischen Gewässer. Philipp: Geolog. Tätigkeit des Eises. Passarge: Geolog. Wirkung des Windes. Andrée: Geolog. Tätigkeit der Organismen. Bubnoff: Überblick über den geol. Bau von Europa. — Salomon: Grundbegriffe der Erdgeschichte. Sederholm: Archaikum, Proterozoikum. Pompeckj: Kambrium, Silur. Wedekind: Devon. Harrassowitz: Karbon, Perm. — Wurm: Trias. Pompeckj: Jura. Stolley: Kreide. Schaffer: Neozoische Formationsgruppe. Keilhack: Quartär. — Broili: Entwicklungsgeschichte der Tiere. Mollison: Hominiformes. Salfeld: Entwicklungsgeschichte der Pflanzen.

Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete

von

Prof. Dr. **Reinhard Brauns** in Bonn.

4°. 225 Seiten mit 40 Lichtdrucktafeln.

In Mappe.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preise auf Anfrage. — Teil III nicht bei uns erschienen.

Neue strukturtheoretische Kristallmodelle

(Atomanordnungen von Kristallen)

nach **Prof. Dr. J. Beckenkamp** in Würzburg. — Katalog in Vorbereitung.

Ferner nach **Prof. Dr. F. Rinne: F. Rinne, Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle,** Berlin, Gebr. Borntraeger, 1922, 2./3. Aufl.:

6 Modelle von Elementarkörpern zur Erläuterung des Feinbaus von Kristallen; aus Draht mit gefärbten Holzkugeln,

auf Metallstativen . . . . . ℳ 14 000.— } Freibleibend.
ohne Stative . . . . . „ 10 500.— }

32 Holzkristallmodelle zur Erläuterung des jeweiligen allgemeinen Falles der 32 Kristallklassen; in übersichtlicher Anordnung mit stereographischen Projektionen der erzeugenden und der vollen Symmetrie, mit Etiketten versehen,

aufgestellt auf Kristallträgern aus Holz . ℳ 3500.— } Freibleibend.
ohne Kristallträger . . . . . „ 2500.— }

Neue Mineralien:

1. Von **Tsumeb:** Cuproplumbit, Mottramit, Parabayldonit, Paraurichalcit und Plattnerit.
2. Von **Schweden:** Pyrobelonit, Trigonit, Dixenit, Sphenomanganit, Blei kristallisiert, Margarosanit, Ektropit, Katoptrit, Inesit, Pyrochroit.
3. **Nord-Amerika:** Tungstenit, Hibbenit, Macfarlanit, Molybdit, Cristobalit.

Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralienkontor **Bonn a. Rhein** Gegr. 1833

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Polarisations-MIKROSKOPE höchster Vollendung

W. & H. SEIBERT WETZLAR

Preislisten kostenlos.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. m. b. H., Stuttgart, Johannesstr. 3a.

Druck von Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett, Buchdruckerei Zu Gutenberg, Stuttgart.

Centralblatt für Mineralogie,
Geologie und Paläontologie.
1922

für Mineralogie, Geologie
ologie.

wer's Name	Date Returned
ra (me)	AUG 1 5 1972

AMNH LIBRARY
100224886